

В. В. ТАРЧЕВСКИЙ

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ РАСТЕНИЙ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛАХ

К вопросам внутривидовых и межвидовых отношений привлечено внимание биологов различного профиля как у нас, так и за рубежом.

В Советском Союзе состоялись интересные межвузовские совещания, посвященные проблеме внутривидовых и межвидовых отношений, в гг. Томске и Казани (1962) и I Всесоюзный симпозиум по физиолого-биохимическим основам формирования растительных сообществ (фитоценозов) в г. Москве (1965). В решениях последнего указано, что изучение различных форм взаимовлияния растений — одна из важнейших задач физиологии растений и геоботаники, которая должна решаться не только методами экологии и геоботаники, но и методами физиологии и биохимии растений.

Особенно плодотворным в изучении взаимовлияния растений оказалось биохимическое направление, или аллелопатия, разрабатываемое С. И. Чернобривенко (1956), А. С. Часовенной (1961), Н. А. Красильниковым (1958), К. Е. Овчаровым (1956), Б. П. Токиным (1960), А. М. Гродзинским (1965), В. Ф. Купревичем (1964), Г. А. Санадзе (1961), В. П. Ивановым (1962, 1963, 1965) и другими.

Из зарубежных работ широко известны работы Г. Грюммера (1957), сборник статей «Механизмы биологической конкуренции» (1964) и др.

Вопросы взаимовлияния растений интересовали исследователей с глубокой древности. Указания на это находим у Феофраста и в «Геопониках» о несовместимости посевов винограда и капусты и других культур. Наиболее широкое обсуждение этот вопрос нашел в XIX столетии в трудах Ч. Дарвина (1939). В работе «Происхождение видов путем естественного отбора» Ч. Дарвин обсуждает вопросы внутривидовых и межвидовых отношений — о всеобщности конкуренции, о борьбе за жизнь между особями и разновидностями одного и того же вида, нередко — и между видами одного и того же рода. Он считает взаимные отношения между организмами самыми важными из всех отношений. Ч. Дарвин указывает, в част-

ности, что «растения, широко расселенные, должны конкурировать с различными группами органических веществ, а это обстоятельство, — подчеркивает Дарвин, — как увидим далее, не менее, если не еще более важно»¹. Далее, что «виды господствующие должны производить потомство, которое унаследует от своих предков преимущества, обеспечивающие им господство над их соотечественниками, хотя они и ведут одинаковый образ жизни»².

Особое внимание он уделяет судьбе организмов в самом молодом возрасте, когда никакой речи не может быть о борьбе, когда жизнь особей зависит от масштаба истребления другими организмами или от физических условий.

Ч. Дарвин, тщательно анализируя количество зародышей, яиц, семян, приносимых каждым организмом, ставит это в прямую зависимость от истребления их в каком-нибудь поколении или через повторяющиеся промежутки времени. Далее, Дарвин пытается выяснить другие препятствия в увеличении численности особей вида и указывает на количество пищи, климат, заболевания, количество врагов, действие скрещивания, наличие опылителей, паразитов и др.

В заключение Дарвин еще раз акцентирует внимание на «полном нашем неведении касательно взаимных отношений между всеми органическими существами, — убеждению столь же необходимому, как и трудно приобретаемому»³.

Во всех остальных примерах речь идет об особях разных видов, о межвидовых отношениях. Дарвин в который раз говорит, что «...мы смутно понимаем, почему состязание должно быть более жестким между близкими формами, занимающими почти то же место в экономии природы, но ни в одном случае мы не могли бы с точностью определить, почему именно один вид оказался победителем над другим в великой жизненной борьбе»⁴.

Хочется подчеркнуть именно эту, как нам кажется, наиболее справедливую сторону высказываний Дарвина по сравнению с той категоричной стороной — об ожесточенной борьбе внутри вида, — которая обычно принимается многими авторами.

Мы сознательно упускаем ту часть рассуждений Дарвина, в которой говорится, что борьба почти неизменно будет наиболее ожесточенной между представителями одного и того же вида, так как они обитают в одной местности, нуждаются в одинаковой пище и подвергаются одинаковым опасностям.

В органическом мире, населенном самыми разнородными организмами, выработались самые разнообразные, порою прямо удивительные признаки, в том числе внутривидовые и межвидовые отношения, которые прошли многократный естественный отбор и в таком виде закрепились и вошли как обязательный атрибут в ха-

¹ Ч. Дарвин. Сочинения. Т. 3. М., АН СССР, 1939, стр. 309.

² Там же, стр. 316.

³ Там же, стр. 326.

⁴ Там же, стр. 325.

рактеристику вида, имея свои особенности для отдельного организма и иные для целей популяции. Многие еще в этом вопросе остаются неясным, требуется затратить много усилий для выявления и понимания тех движущих сил, которые создают ту или иную степень выраженности отношений у вида или между видами.

Уже Энгельс сразу же после выхода в свет «Происхождения видов» Дарвина обратил серьезное внимание на трактовку Дарвина отношений между организмами, а термин «борьба за существование» называет тощей и односторонней формулой. Энгельс говорит о том, что одинаково не правы как те, которые склонны видеть только гармоническое сотрудничество между организмами, так и те, кто видит вокруг только одну борьбу. «Обе эти концепции правомерны в известных узких границах, но обе одинаково односторонни и ограничены... взаимодействие живых существ включает сознательное и бессознательное сотрудничество, а также сознательную и бессознательную борьбу»⁵.

В результате проявленного интереса к проблеме отношений между растениями, в исследованиях ботаников последнего периода были применены самые разнообразные подходы, использованы различные методы — от биохимии до математики, проведены кропотливые наблюдения за растениями в природной обстановке и в эксперименте. Данное направление получило свое гражданство как экспериментальная геоботаника (Маркова и Марков, 1961).

В этой одной из сложнейших сфер ценотических отношений переплетаются две большие группы вопросов: организм — организм и организм — абиотическая среда (Вернадский, 1965).

Фитоценоз — многокомпонентная система, со сложными межорганизменными связями, видоизмененной средой обитания и сложной биотической средой, вернее «комплексом сред» в понимании С. А. Марковой и М. В. Маркова (1961). Строителями фитоценоза, его компонентами являются виды с тем или иным количеством особей.

Сложная структура фитоценоза обусловлена длительностью формирования фитоценоза, его зависимостью от микроорганизмов, от представителей животного мира, от неорганической среды. Если упустить хотя бы одно из этих составляющих, нарушится целостное представление, которое заменяется ошибочным, односторонним.

Каждый вид — это исторически сложившееся образование с определенным широко- или узковариабильным набором признаков, определенными требованиями к условиям существования, ограничивающими ареал его распространения, системой защитных и наступательных свойств по отношению к другим видам, системой тесных связей с некоторыми группами организмов, специфическими способами продуцирования и распространения семян, обеспечиваю-

⁵ Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Госполитиздат, 1952, стр. 249.

щих его существование, способностью к адаптации и изменчивости в зависимости от условий, количественным составом популяций, при котором возможно нормальное существование вида.

Таким образом, каждый вид — участник фитоценоза — это сложная система самых различных свойств и отношений, которые выработаны в процессе естественного отбора и закреплены в наследственных проявлениях данного вида. Поэтому-то и возникает так много трудноразрешимых вопросов при изучении ценотических связей и отношений у любой группы организмов, так как уже отдельно взятая особь — это целая экосистема.

Попытаемся охарактеризовать отдельную особь как экологическую систему, так как в ней наиболее просто выступают все признаки, все свойства, все требования, но без межорганизменных связей равного ей ранга.

Можно говорить об отдельной особи в том случае, если есть условия для ее произрастания, при которых она проходит весь цикл развития. В природных условиях часто бывает, что появлению особи предшествует целый ряд изменений, которые создают необходимые условия для появления и жизни особи, например, почва с определенными свойствами (рН, температура, влажность, химический состав, физическое строение), какой-то определенный микромир и др. При чуждых условиях, не соответствующих требованиям данного организма, особь может не появиться. Хотя нужно сразу оговориться, что у многих организмов удивительно широкая амплитуда приспособляемости. Так Г. Шамсиев (1962), выращивая семена мари белой на коротком дне, получил растения с коротким вегетационным периодом, а выращивая на длинном дне — с длинным вегетационным периодом, в последнем случае и семена имели длинный период покоя. Растения отличались разной формой листьев, соцветий, фазами вегетации и др.

Об этом же для *Amaranthus* пишет Я. Я. Мирошниченко (1961), а для *Setaria viridis*, *Polygonum convolvulus* и *Chenopodium album* С. А. Котт (1947).

Особь одного вида в популяции могут быть рассеяны поодиночке более или менее равномерно, а другого — компактно, небольшими группами, третьего — крупными группами, образуя сгустки особей. Даже особи одного и того же вида в разных фитоценотических и географических условиях распределены различно (В. Н. Васильев, 1963). Приспособление растений к окружающей среде шло в разных направлениях и морфологически проявилось в различной форме — в долговечности, метаморфозах, строении, размерах и расположении надземных и подземных органов (Зазулин, 1959).

По свидетельству ряда авторов (Работнов, 1950; Игнатьева, 1965), многолетние растения в условиях культуры могут цвести и плодоносить на 2—3-й год жизни, а в естественных условиях начинают цвести в годы наиболее благоприятные, — в возрасте 3—5 лет, а нередко 10—20 лет. Переход растений в генеративное со-

стояние в условиях культуры отличается от такового в естественных условиях.

Таким образом, даже в пределах изучения одной особи нельзя получить исчерпывающих данных об организме, так как все они будут отображать частные особенности организма в данных условиях, в данном окружении. Отсюда вывод: необходимо изучать организмы во всех возможных условиях, во всех частностях, чтобы составить общее представление о них. Поэтому неслучайно появление экспериментального направления в геоботанике, так как для понимания ценотических отношений нужны опыты, точные наблюдения с применением всех методов и приборов как в культуре, так и в природной обстановке.

Наши наблюдения над растениями проведены на специфических субстратах промышленных отвалов, и поэтому здесь удалось проследить поведение некоторых растений на грани существования, выявить жизнь обособленных особей и популяций, формирование первичных фитоценозов и динамику агрофитоценозов. Наблюдения в течение 9 лет велись за состоянием чистых посевов и травосмесей многолетних и однолетних растений, за участками самозаращения на золе со слоем почвы в 2 см, на которых никаких посевов семян не производилось и, наконец, за появлением растений непосредственно на промышленных субстратах.

Собранный материал может быть проанализирован с различных точек зрения, и поэтому порядок изложения материала будет построен в таком плане, чтобы были вскрыты те причины, от которых больше всего зависит характер формирования фитоценозов и их последующая динамика.

Мы исходили из следующих предпосылок: все шлаконаливные (золоотвалы) и шламовые поля однородны по физико-химическому составу, поверхность их выровненная, в связи с чем действие ветра, распределение температуры и влажности на всем протяжении отвалов однотипны, и для существования растений и других организмов создаются равные возможности. Бедность этих субстратов азотом и растворимыми питательными веществами поставила растения в суровые условия, благодаря чему только немногие формы, причем иногда довольно неожиданные, могли в данных условиях закрепиться и выжить.

В результате возникла потребность в проведении специальных наблюдений за одними и теми же растениями в различных условиях и за разными растениями в сходных условиях с целью получить необходимый материал по вопросам внутривидовых и межвидовых отношений. Это могло иметь огромное значение для составления практических рекомендаций и долгосрочных прогнозов по формированию растительного покрова на безжизненных субстратах.

Кроме того, решение таких вопросов позволило бы составить представление о динамике фитоценозов и смене форм в различных условиях.

Мы считали и считаем, что геоботаник при строгой оценке состояния агрофитоценозов одно- и многолетних растений, а также процессов естественного зарастания может и должен дать ответ по озеленению нарушенных человеком пространств, в частности, поверхности промышленных отвалов. Нам кажется, что наши рекомендации (1962, 1965) в какой-то степени помогут производственным организациям Урала в короткие сроки с наибольшим экономическим эффектом провести консервацию золоотвалов путем заращивания их устойчивым растительным покровом, обеспечивающим создание прочной дернины, предохраняющей отвалы от водной и ветровой эрозии.

Семена высших растений — это одно из основных приспособлений, обеспечивающих существование данного вида. Естественный отбор выработал форму и количество семян, самые разнообразные способы к распространению и сохранению их, защитные и наступательные свойства семян. Внутривидовые и межвидовые отношения необходимо начинать изучать с семян растений, в частности, с семенной продуктивности, их запасов в почве и их дальнейшей судьбы.

Количество семян, продуцируемое одной особью, может быть исключительно велико. По данным определителя «Сорные растения СССР» (1934), одно растение льнянки обыкновенной дает 32 тыс. семян, мари белой — 102 тыс., полыни горькой — 143 тыс., чернوبыльника — 500 тыс., гулявника — 730 тыс.

Отсюда растения, особенно сорно-полевые, способны в короткие сроки колонизировать ближайшие к ним пространства.

По тем же данным определителя «Сорные растения СССР», в Ленинградской области в поверхностных слоях почвы содержится до 500 млн. семян в расчете на 1 га, а в Днепропетровской, по данным С. А. Котт (1963), — от 997 млн. до 4 млрд. на 1 га. Считая количество особей растений во вполне развитом фитоценозе от 10 до 50 млн. на 1 га, количество семян в почве вполне обеспечивает минимум 10-кратное возобновление фитоценоза. Поэтому имеющийся запас семян в почве можно считать потенциальным фитоценозом.

Семенная продуктивность растения сильно колеблется в зависимости от ценотических, климатических и других экологических условий, и эта особенность при определении продуктивности обязательно должна приниматься в расчет.

Более детальные подсчеты количества семян в почве для различных пунктов Советского Союза дают значительные отклонения как для отдельных видов, так и целых фитоценозов.

На севере, в районе Нарьян-Мара — Норильска, Ш. Р. Сайт-бурханов (1962) под травами на площади в 1 га определил 123 млн. жизнеспособных семян мокрицы, а В. Н. Егорова (1964) на территории Института кормов Московской области на поверхности почвенного покрова обнаружила от 90 до 135 тыс. семян на гектар чины луговой, хотя ее удельный вес в массе травостоя равен 1,9%.

Здесь же семян мышиного горошка оказалось до 45 тыс. на гектар при значении его ко всему травостойу от 1 до 3,8%.

М. А. Альбицкая (1965а, б), изучая количество семян в поверхностных слоях почвы до глубины 25 см в лесных насаждениях Днепропетровской области насчитывает их до 172 млн. на гектар. Она отмечает, что часто накапливаются семена редких растений и что наибольшее количество семян приходится на долю сорных растений. В. С. Подопригора (1960) на посевных площадях этой же области определяет их количество от 163 до 397 млн. на гектар, из которых 80—90% приходится на долю поздних яровых сорняков — мари белой, щирицы белой, щетинников сидого и зеленого. Жизнеспособность этих семян равна 6 годам и более.

Урожайность семян в зависимости от ценотических и экологических условий весьма различна и колеблется в очень широких пределах. Так, В. А. Чижикова (1961) на 1 м² побережья Финского залива выявила семян щучки дернистой 12 654, а на гравилатово-щучково-молиниевом лугу только 245. По ее подсчетам, развитые растения щучки дают на 1 м² 122 000 семян. Такой же интересный материал для растений, развивающихся в различных экологических условиях, приводится Е. Е. Гогиной (1960). Овсяница (*Festuca varia*) в оптимальных условиях дает 326—569 зерновок на 1 м², а на альпийском лугу — 22, на осыпи — 124.

Большое значение для заселения растениями свободных территорий имеет качественная сторона семян — их полноценность с точки зрения накопления всего «сырьевого» химического материала эндосперма (Модилевский, 1953), или жизнеспособность и нежизнеспособность семян (Денисова, 1960). Особенно хорошо это состояние недоразвития эндосперма проявляется в семействе зонтичных, являясь главной причиной замедленного прорастания семян, их разнокачественности по длине зародыша, что зависит от положения в зонтике, а также экологических и географических условий (Грушвицкий, Агеева и Кузина, 1963). Интересный пример такой неполноценности семян приводится рядом авторов. Так, типичное растение Памира — *Eurotia ceratoides* в 1958 и 1959 гг. на 107 генеративных побегах дало 12 плодов, которые в большинстве оказались пустыми (Стещенко, 1963). О незначительной всхожести семян лиственницы пишет О. М. Колпиков (1960). Из более 3 млн. семян лиственниц на 1 га, из которых 20% были полнозерными высокого качества, на обычной почве всшло не более 1% семян, но на минерализированной почве здесь же — 24,2%.

По этой причине наблюдается неодновременность всходов и прорастания семян.

Наряду с возможным количеством семян в почве необходимо иметь в виду и их массовую гибель.

Реальная семенная продуктивность растений может иметь самые различные колебания, что особенно важно для доминантных растений. По этому поводу интересны данные у И. И. Гордиенко (1959, 1964) о том, что у пионера зарастания прибалтийских пес-

ков песколюбки 90—95% колосьев повреждается трипсом (*Chirothrips aculeatus* Bagnall), который высасывает семена в стадии молочной спелости, а остальные 5—10% колосьев поедаются грызунами и птицами. Повреждаемые трипсом колосья загнивают и склеиваются. В почву попадает не более 1—2% зерен возможного урожая. Такая же картина наблюдается на волжско-уральских песках с семенами колосняка, которые почти полностью съедаются грызунами-песчанками.

И. П. Вареник (1960) указывает, что 85—90% семян *Vegathrum Lobelianum* Bernh поедаются гусеницей бабочки из семейства ядениц. Е. А. Буш (1959) отмечает, что зрелых семян оказывается не более 25% от возможного количества, остальные повреждены долгоносиками, много неполноценных, невызревших семян. У некоторых видов зонтичных (Денисова, 1960) до 22% семян поедается насекомыми.

У некоторых растений образуется очень мало семян. Так, у гериани (Гогина, 1960) у одного растения формируется только 2 семени, редко до 8. Семена белой акации нацело выедаются акациевой огневкой, а после посева семян белой акации в открытой котловине всходы ее погибли целиком от засекания песком и подгрызания чернотелками и их личинками. Закрепившиеся 3% растений обладают исключительно малой семенной продуктивностью, причем из образовавшихся семян только около 10% являются выполненными, остальные же, а часто и все 100%, являются пустозерными.

Наряду с этим есть еще одно немаловажное обстоятельство, ведущее к гибели семян, — это их загнивание (Подопригора, 1960).

Для понимания процессов заселения отвалов растениями большое значение имеет период покоя семян, нарушаемый иногда при очень сложных условиях (Юдин, 1959). Это состояние покоя Т. Т. Трофимов (1963) характеризует как защитное свойство, благодаря которому они предохраняются от преждевременного прорастания. Он различает 5 состояний (ритмов) покоя: а) семена не имеют периода покоя; б) семена, не нуждающиеся в послеуборочном дозревании, но требующие скарификации, ошпаривания, погружения в кислоты, прокаливания (бобовые); в) семена, имеющие период послеуборочного дозревания и дающие дружные всходы в условиях пониженных температур (от 0° до +5°) во влажной среде; г) семена, имеющие двойной период покоя при положительных и отрицательных температурах и д) семена, проходящие период послеуборочного дозревания при хранении в сухом состоянии. М. Г. Николаева, В. Г. Юдин и другие (1964) природу вторичного покоя объясняют интенсивностью дыхания и пределами температур, в которых действует эта закономерность. Для ряда семян растений нарушение покоя вызывается повреждением оболочки (нацарапывание), промерзанием, рН субстрата, глубиной заделки, проходом через кишечник животного и др.

Помимо этого, как уже указывалось, прорастание семян зави-

сит от наличия в субстрате микрофлоры, которая может влиять как ингибитор, или как активатор (Красильников, 1958).

И, наконец, начиная с семян, возникают определенные взаимоотношения между растениями, благодаря аллелопатическому действию их. Так, Г. Грюммер (1957) указывает, что при совместном проращивании тормозящее действие на семена других растений оказали плоды подмаренника, донника. Семена и проростки однолетников в присутствии семян и проростков многолетних растений отмирают.

Тормозители прорастания характерны для семян всех семейств, и А. М. Гродзинский (1965), изучивший 2700 образцов, относит к числу с наиболее высоким содержанием тормозителя представителей семейств лютиковых, розоцветных, бобовых, мальвовых, молочайных, зонтичных, крестоцветных, губоцветных и др. И, как указывает он, часто тормозители в десятки и сотни раз содержатся больше не в семенах, а в частях околоплодника.

Семена анемохорных растений, так же как и растения-баллисты, имеют незначительное количество тормозителя или последний отсутствует, что крайне важно для прорастания их на свободной от растительности территории.

В этой же работе А. М. Гродзинский поднимает вопрос о разноразличности семян по содержанию тормозителей и в связи с этим о различии их биологических свойств. Благодаря этому, летние порции семян не содержат тормозителей и хорошо прорастают, а осенние — содержат повышенную дозу тормозителей и прорастают только весной.

В куртинах, латках, одновидовых популяциях, загущенных посевах создается повышенный аллелопатический потенциал, благоприятный для своего потомства и вредный для других растений.

Таким образом, аллелопатический эффект крайне важен и проявляется с момента заселения территории семенами растений и затем действует на протяжении всей жизни растений, определяя подбор пар, внутривидовые и межвидовые отношения.

Из предыдущего материала видно, как, в зависимости от различных условий, разнообразен облик семян, их выполненность, сохранность, урожайность. Период покоя семян и их прорастания у одних видов (ива, тополь, мать-и-мачеха) сжатый и совершается в короткие сроки 0,5—6 часов, а у других (большинство злаковых, крестоцветных, гвоздичных и др.) — растянутый и исчисляется днями, месяцами и даже годами. Известно, что семена ширицы, пастушьей сумки, подорожника среднего, щавеля курчавого могут сохраняться до 50 лет, донника белого — до 77 лет, а дрока красильного — до 100 лет⁶.

Здесь многое зависит от экологических факторов, в частности, от сухости и влажности почвы, от температурных условий, от окру-

⁶ Сорные растения СССР. Т. 1. М., АН СССР, 1934.

жения. В этом заключительном этапе жизни семян точно также много превратностей.

В. Г. Рубцов (1960), проведя опыты с вымачиванием семян сосны, установил, что при удлинении срока вымачивания семян резко понижается их всхожесть, а именно при 5 днях вымачивания всхожесть равна 94%, при 10—92%, при 15—42,5%, при 20—25,2% и при 35—1,2%. Он же и В. И. Василевич (1962) показали отрицательное влияние на прорастание семян быстрорастущего сфагнома и лишайников. Большое значение для численности и прорастания семян имеет наличие ветоши, мертвых растительных остатков. Так, на скашиваемом участке луга всходы дали 6,2—8,5% семян, а на нескшиваемом — 1,5% (Джалилова, 1964).

Количество и прорастание семян зависит и от малейших колебаний в рельефе. Так, А. М. Якшина (1962), изучая самосев сосны обыкновенной на Урдинских песках (Западно-Казахстанская область), на склонах котловины обнаружила по 8 семян на 1 м², а на дне — по 20 семян сосны. В 1953 г. проросли семена только в котловине по одному на 1 м². Влажной весной 1954 г. всходы появились повсеместно по 10 на каждый квадратный метр, но после того, как началась жара, большинство всходов погибло, хотя их корни достигли глубины в 5 см. При этом, если всходы в густом травостое донника сохранились на 60%, то на площадках со срезанным травостоем — только на 12—14%. На дне котловины сосенки располагаются кольцом вокруг самого влажного места, затем появляются новые внешние и внутренние кольца всходов сосенок, и в течение 4—5 лет заполняется всходами вся котловина. В суровую зиму 1953—1954 гг. все окраинные всходы погибли, в то время как всходы 1953 г. в группах молодняка благополучно перезимовали.

В опытах В. А. Чижиковой (1961) на срезанном густошубковом лугу весной на каждом квадратном метре появилось 6152 всхода (щучка 5577), в то время как в ненарушенной части этого же ценоза на 1 м² было зарегистрировано только 6 всходов.

Наблюдения над прорастаниями щучки привели В. А. Чижикову к заключению, что смертность всходов щучки за лето составляет от 61 до 86%. Одной из причин гибели всходов она считает непригодность их корней к перенесению неблагоприятного водного режима почвы — избыточное увлажнение весной и осенью и нередкое пересыхание поверхности почвы летом.

Е. Е. Гогина (1960) при определении лабораторной всхожести *Festuca varia* Hoenke, *Geranium gymnocaulon* D. C., *G. ibericum* Cav., *Sibbaldia parviflora* W., *S. semiglabra* C. А. М. отмечает растянутый период и низкую энергию прорастания. При этом у сиббальдии при переменной температуре всхожесть была равна 53% (максимальная 72%), при пониженной — 3%, а в сообществе овсяницы — 0%. У герани голостебельной при переменной температуре всхожесть была равна 6%, при пониженной — 26%, при комнатной — 1%, а в сообществе овсяницы — 87%.

На всхожести семян овсяницы сильно сказалось место сбора

семян. Так, семена овсяницы, собранные в альпийском поясе и на лугу, дали 3,3 и 2,3% всхожести, а на осыпи — 28,3%.

Таким образом, жизнь семян, их судьба зависят от внутренней сущности (природы) этих семян и от самых разнообразных ценологических, почвенных, климатических условий. Потенциально почва насыщена семенами и в случае ценоза, благодаря имеющемуся запасу семян, последний может быть вновь восстановлен, но не сразу, а через ряд ценологических структур, — ступеней создания условий, — при которых может произойти восстановление нарушенного сложного ценоза.

Каковы же запасы семян на поверхности промышленных отвалов, в частности, золоотвалов и шламовых полей? Как на всякую открытую территорию сюда проникают большинство семян растений местной флоры за счет растений дамб, выемок, окрестных полей, лугов и лесов.

Но благодаря ровной поверхности указанных промышленных отвалов, семена всех растений легко выдуваются ветром или смываются водой, и на поверхности отвалов ничего не остается. Ярким примером этого может служить следующее: в 1959 г. первый стационар на золоотвале Красногорской ТЭЦ был полностью смыт дождем. Второй стационар, заложенный здесь же, был целиком развеян ветром, причем 2 семечка люпина проросли на глинистой бровке, в 100 м от места посева их на площадках стационара. От остальных семян, более легких, не осталось никаких следов. В 1965 г. на золоотвале Южно-Уральской ГРЭС сильные ветры весной и в первую половину лета с поверхности золоотвала снесли все растения второго года жизни и даже колышки, которыми были огорожены опытные площадки.

Таким образом, на выровненных поверхностях промышленных отвалов семена растений полностью отсутствуют, а если и задерживаются, то, как величайшее исключение, главным образом, около тех или иных крайне редких неровностей (рис. 1, 2).

В условиях промышленных отвалов причиной гибели многих всходов является засекание их частицами золы и шлама, отравление щелочными растворами шлама, особенно при подсыхании последнего, токсическим действием железа и алюминия, находящихся в больших количествах в составе субстрата. Не исключено отрицательное действие насекомых.

Кроме того, появление любого препятствия на отвалах, в том числе всходов растений, характеризуется осаждением около него частиц и засыпанием этого препятствия золой или шламом. В результате многие растения погибают.

На промышленных отвалах при недостатке питательных веществ в субстрате вообще семенная продуктивность растений резко снижается, а образующиеся семена отличаются массовой пустозерностью и недоразвитием.

Заслуживает внимания следующий факт: на золоотвале Березниковской и Краснокамской ТЭЦ, Нижнетуринской ГРЭС, хотя и

крайне разрежено, на золе появились всходы ивы козьей. На золе Березниковской ТЭЦ хорошо закрепился вейник, и с каждым годом занимаемая им площадь увеличивается. На породных отвалах, на склонах дамб, в трещинах шламовых полей широко распространена мать-и-мачеха. Семена указанных растений закрепляются предпочтительнее, чем семена других растений, потому что, попав в увлажненные места (нижние части склонов дамб или понижения на отвалах), благодаря короткому периоду покоя, они успевают прорасти до момента высыхания субстрата.

Повышенная влажность поливного участка на золоотвале Нижне-Туринской ГРЭС способствовала массовому появлению ив, семена которых нашли здесь благоприятные условия, но мать-и-мачехи и вейника здесь мало. Очевидно, повышенная, вернее, избыточная влажность для семян этих растений противопоказана.

Следует отметить хорошо выраженную избирательность семян ряда растений к условиям обитания. На опытных площадках были зарегистрированы определенные группы видов, приуроченные к отдельным культурам и вариантам опыта.

Анализ данных семенной продуктивности растений, культивируемых на золоотвалах и шламовом отвале УАЗа, хорошо иллюстрирует положение, высказанные ранее.

В силу ряда причин, по некоторым культурам нет данных по контролю, так как растения в контроле на субстрате часто не вызревали, а в контроле на почве, который проводился на пришкольных участках, иногда погибали в силу перепланировки участка или по другим причинам. Литературные источники, касающиеся определенных культур, относились к иным районам и с иными условиями, поэтому не могли быть полностью приняты для сравнения. Иногда формировалось так мало семян на растениях, что они не могли дать достоверных результатов. Поэтому весь табличный материал о семенной продуктивности по культурам основан только на достаточно полном количестве семян и тщательном их измерении и взвешивании, в соответствии с общепринятыми требованиями (табл. 1).

Амплитуда колебаний по большинству показателей, характеризующих семенную продуктивность, как по вариантам опыта, так и по годам у разных видов растений иногда достигает больших величин.

Принимая во внимание, что все посевы проведены в одно и то же время, на тщательно подготовленных площадках, сортовыми семенами с высокими кондиционными показателями, отнести эти различия за счет погрешностей опыта нельзя. Очевидно, здесь в первую очередь сказываются генетические особенности вида, его пластичность или, наоборот, его консервативность, в силу которых величина расхождений или увеличивается, или уменьшается. Это наиболее правдоподобное объяснение, так как все остальные, главным образом, экологические условия, в пределах опыта остаются постоянными.

Таблица 1

**Семенная продуктивность растений,
выращенных на промышленных отвалах Урала**

Объекты	Вариант опыта	Год	Длина соцветия, см	Количество колосков, шт.	Количество семян, шт.	Количество неоплодотворенных цветков, шт.	Абсолютный вес 1000 семян, г	Всхожесть, %
Житняк ширококолосый								
Литературные данные . .	—	—	1,5—6,5	—	—	—	1,9—2,7	—
Березниковская ТЭЦ . .	з+т	1963	4,1	20,0	35	42	1,0	35
	з+т+у	1963	5,8	22,0	42	37	1,3	52
	з+т	1964	4,4	15,0	20	38	0,9	71
	з+т+у	1964	5,8	20,0	30	39	1,0	74
Нижнетуринская ГРЭС .	з+бо	—	5,5	—	—	—	3,2	68
Красногорская ТЭЦ . . .	з+п	—	4,5	28,0	—	—	2,9	86
Южно-Уральская ГРЭС .	з+п	—	2,5	11,3	—	—	0,8	75
Уральский алюминиевый завод	п (к)	—	4,5	19,3	—	—	1,5	90
	ш+п	1964	4,2	16,9	—	—	2,5	76
	ш+п	1965	4,8	24,0	—	—	3,1	56
	ш+ил	1964	4,5	17,5	—	—	2,3	67
	ш+ил	1965	4,5	17,8	—	—	2,9	75
	ш+ил	1965	4,1	16,5	—	—	2,4	57
	п (к)	1964	6,2	27,6	—	—	2,5	80
	п (к)	1965	5,7	22,8	—	—	3,1	96
Пырей бескорневищный								
Литературные данные . .	—	—	—	—	—	—	2,3—4,0	—
Уральский алюминиевый завод	ш+п	1963	11,3	13,7	—	—	2,9	—
	ш+п	1964	10,2	8,6	—	—	2,4	81
	ш+п	1965	10,5	16,0	—	—	2,8	97
	ш+ил	1964	12,3	14,3	—	—	3,4	83
	ш+ил	1965	10,7	12,8	—	—	2,9	97
	ш+ил	1965	11,6	14,6	—	—	3,5	99
Костер безостый								
Литературные данные . .	—	—	10,0—15,0	30,0—40,0	—	—	3,5—4,0	—
Южно-Уральская ГРЭС .	з+п	1965	11,7	22,6	—	—	3,6	77
	п (к)	1965	11,2	16,1	—	—	4,0	90
Нижнетуринская ГРЭС .	з+прл.	1961	—	—	—	—	0,8	—
	п (к)	1961	—	—	—	—	4,1	—
	з+п	—	10,5	—	—	—	3,6	97
	з+бо	—	15,0	—	—	—	4,2	95
	з	—	8,0	29,0	—	—	3,5	60

Продолжение таблицы 1

Объекты	Вариант опыта	Год	Длина соцветия, см	Количество колосков, шт.	Количество семян, шт.	Количество неоплодотворенных цветков, шт.	Абсолютный вес 1000 семян, г	Всхожесть, %
Красногорская ТЭЦ . . .	з+п	—	10,8	41,0	—	—	3,7	77
	з+у	—	10,1	38,0	—	—	3,6	72
Уральский алюминиевый завод	ш+п	1964	10,6	15,4	—	—	3,8	73
	ш+п	1965	9,1	16,3	—	—	3,6	84
	ш+3п	1965	10,3	18,6	—	—	3,4	70
	ш+ил	1964	10,6	18,9	—	—	3,8	90
	ш+ил	1965	11,4	22,7	—	—	3,6	70
	ш+т	1965	10,8	20,4	—	—	3,4	79
	п (к)	1964	15,6	44,4	—	—	4,2	93
	п (к)	1965	13,7	33,6	—	—	4,8	89

Бескильница Гаупта

Литературные данные . .	—	—	7,0— 13,0	—	—	—	0,3— 0,4	—
Красногорская ТЭЦ . . .	з	1965	—	—	—	—	—	—
Уральский алюминиевый завод	ш+п	1964	13,4	38,8	—	—	0,3	82
	ш+п	1965	11,2	28,5	—	—	0,1	30
	ш+ил	1964	10,9	28,6	—	—	0,2	98
	ш+ил	1965	10,4	40,0	—	—	0,2	49
	ш+ил	1964	15,3	31,6	—	—	0,1	94
	ш+пол	1964	12,1	33,8	—	—	0,2	97
	ш+пол	1965	12,4	26,9	—	—	0,1	73
	ш	1964	11,8	32,6	—	—	0,2	85
	ш	1965	12,7	37,1	—	—	0,2	87

Овсяница красная

Литературные данные . .	—	—	25,0	20,0	—	—	1,0— 1,2	—
Березниковская ТЭЦ . .	з+т	1963	6,2	17,0	16	17	0,7	17
	з+т+у	1963	8,7	27,0	26	51	0,9	44
	з+т	1964	6,6	12,0	10	25	1,1	62
	з+т+у	1964	8,9	20,0	17	40	1,1	68
Нижнетуринская ГРЭС .	з+п	—	—	—	—	—	1,3	68
	з+у	—	—	—	—	—	1,1	65
Красная ТЭЦ	з	—	5,8	22,0	10	13	1,3	76
	з+п	—	7,0	43,0	19	37	1,4	83
	з+у	—	5,9	10,0	19	25	1,3	80
Уральский алюминиевый завод	ш+п	1964	7,5	17,8	—	—	1,1	93
	ш+п	1965	7,8	19,6	—	—	1,1	96
	ш+ил	1965	7,4	22,4	—	—	1,1	70
	ш+ил	1965	11,5	23,6	—	—	1,1	96

Продолжение таблицы 1

Объекты	Вариант опыта	Год	Длина соцветия, см	Количество колосков, шт.	Количество семян, шт.	Количество неполодных цветков, шт.	Абсолютный вес 1000 семян, г	Всхожесть, %
Регнерия волокнистая								
Литературные данные . .	—	—	6,0—10,0	—	—	—	4,0—4,5	—
Нижнетуринская ГРЭС .	з+п	—	10,0	—	—	—	4,2	99
Красногорская ТЭЦ .	з	—	6,1	16,0	—	—	4,2	22
	з+п	—	9,3	14,0	—	—	4,5	82
	з+у	—	8,1	15,0	—	—	4,2	54
Уральский алюминиевый завод	ш+п	1964	8,4	13,4	—	—	3,2	97
	ш+п	1965	9,7	15,8	—	—	2,1	97
	ш+Зп	1965	10,2	12,6	—	—	3,8	95
	ш+ил	1964	9,7	12,3	—	—	3,4	98
	ш+ил	1965	9,7	14,2	—	—	3,9	98
	ш+ил	1965	10,7	12,8	—	—	4,7	98
	ш+т	1965	9,6	13,8	—	—	3,7	97

Люцерна синегибридная

Литературные данные . .	—	—	2,0—8,0	—	—	—	1,9—2,0	—
Южно-Уральская ГРЭС .	з+п	—	4,5	—	—	—	1,5	80
	п (к)	—	—	—	—	—	2,0	90
Уральский алюминиевый завод	ш+п	1964	3,8	—	—	—	1,7	84
	ш+п	1965	2,3	3,8	—	—	1,3	54
	ш+ил	1965	3,2	7,3	—	—	2,0	64
	п (к)	1964	5,2	—	—	—	2,0	89
	п (к)	1965	6,3	16,0	—	—	2,1	67

Условные обозначения:

в графе 2 — «з» — зола, «п» — почва, «у» — удобрения (NPK), «пол» — полиакриламид, «т» — торф, «бо» — бытовые отходы, «к» — контроль, «Зп» — слой почвы в 3 см; в графе 3 для шламового поля Уральского алюминиевого завода в вариантах «з+п» и «з+ил» первые сведения за 1964 и 1965 гг. даются на посевах 1962 г., а повторные данные за 1965 г. приводятся для посевов 1964 г., что позволяет судить о семенной продуктивности в зависимости от возраста культуры.

Данные по семенной продуктивности приводятся для немногих видов, для которых получен исчерпывающий материал на основании многих измерений. В таблице приведены главные показатели семейной продуктивности, которые подверглись математической обработке и дали достоверные результаты.

Семенная продуктивность житняка ширококолосого (*Agropyrum*

rectiniforme) прослежена на 5 стационарах. Данные говорят о большой отзывчивости растений этого вида на незначительные изменения в питании или в погодных условиях. Так, на золоотвале Березниковской ТЭЦ в варианте зола + торф в 1963 г. получены лучшие показатели по сравнению с 1964 г., кроме веса семян. Вес 1000 семян в 1963 г. больше, но всхожесть у них в 2 раза меньше, чем у более легких семян 1964 г., в том же варианте. В варианте зола + торф + NPK показатели выше, чем в предыдущем варианте, но различия в весе семян и их всхожести сохраняются те же.

Эти расхождения могут быть объяснены погодными условиями, а между вариантами — действием NPK. В 1963 г., в июне — августе, выпало больше осадков, чем за тот же период в 1964 г. при меньшей сумме температур. Поэтому семена у житняка были лучше выполнены и имели больший вес, чем в засушливый 1964 г. На всхожести семян могли сказаться сроки хранения, и поэтому этот показатель как здесь, так и в последующих примерах, не обсуждается.

По всем другим стационарам наблюдаются отклонения по вариантам и годам, что особенно ярко выражено в посевах на шлаковом поле Уральского алюминиевого завода в вариантах шлам + 6 см почвы и шлам + 6 см ила.

На специфических субстратах в сравнении с контролем (почва) и литературными источниками результаты по семенной продуктивности получаются значительно хуже и только изредка равны им.

Аналогичные колебания по семенной продуктивности характерны и для пырея бескорневищного *Agropyrum tenerum* (см. табл. 1).

По костру безостому *Bromus inermis* сведения имеются по четырём стационарам в различных вариантах опыта и по годам. В целом вес 1000 семян во всех вариантах близок к норме. Единственным исключением являются семена, собранные в варианте с полиакриламидом на золоотвале Нижнетуринской ГРЭС, вес 1000 семян которых достигал только 0,8 г, т. е. в 5 раз меньше нормы, хотя здесь же на чистой золе костер безостый дал семена, близкие по весу к норме 3,5 г. Внесение полиакриламида стимулирует формирование вегетативных органов (листьев и побегов) в вегетационных сосудах, но не содействует образованию генеративных органов и семян. Полиакриламид является в этом отношении своеобразным тормозом. Последнее хорошо прослежено при выращивании бескильницы Гаупта.

Бескильница Гаупта (*Puccinellia Hauptiana*) наиболее тщательно была испытана на шлаковом поле Уральского алюминиевого завода. Здесь во всех случаях вес 1000 семян меньше нормы в 2—3 раза. В вариантах шлам + 6 см почвы и шлам + 6 см ила показатели семян несколько выше, чем в варианте шлам + полиакриламид и чистый шлам. Обращает на себя внимание тот факт, что в последних двух вариантах на чистом шламе почти все показатели выше, чем на шламе с полиакриламидом. Следовательно,

не только в вегетационных сосудах, но и в полевых условиях скажется тормозящее действие полиакриламида.

В табл. 1 приведены показатели по овсянице красной (*Festuca rubra*). Положительное действие NPK проявляется при добавлении к торфу, и очень незначительно его влияние при добавлении к золе без всякого покрытия. В последнем случае вес 1000 семян овсяницы красной почти равен весу семян этой культуры, выращенной непосредственно на чистой золе.

В опытах на шламовом поле Уральского алюминиевого завода в различных вариантах результаты по весу семян получены одинаково близкие к норме.

Регнерия волокнистая (*Roegneria fibrosa*) имеет вес 1000 семян в пределах нормы, за исключением вариантов на шламовом поле, где семена по весу имеют более низкие показатели, а на шламе с почвой в 1965 г. даже в 2 раза ниже нормы. В то же время в варианте шлам + ил вес семян в посевах 1964 г. превысил норму и равен 4,7 г.

На примере веса семян регнерии волокнистой можно видеть колебания, обусловленные отношением растений к субстрату и покрытиям, а также к погодным условиям, и возрастными различиями самого организма. Так, в урожае семян в варианте шлам + ил в один и тот же год на двух площадках получены разные показатели. В одном случае семена собраны с растений четвертого года жизни, а в другом — с растений второго года. Следовательно, на продуктивности семян сказался возраст растений.

Семена люцерны синегибридной (*Medicago media*) в вариантах зола + почва и шлам + почва имеют меньший вес по сравнению с контролем и нормой.

В дополнение к сказанному необходимо отметить, что во всех вариантах опыта, на всех стационарах, по всем без исключения культурам наблюдается повышенный процент пустозерности и недоразвития семян, достигающий 30—80, а в некоторых случаях и 100. Отдельные культуры на чистой золе, такие, как овсяница красная, начинают плодоносить только на третий год, а большинство культур — на четвертый или пятый год жизни (золоотвал Нижнетуринской ГРЭС).

У пырея бескорневищного на седьмой год жизни из 41 побега оказался только 1 генеративный побег с 8 колосками и без семян, т. е. со 100%-ной пустозерностью.

Показатели семенной продуктивности в вариантах опыта на золе довольно четко располагаются в такой последовательности. Самые низкие показатели у растений, выросших на золе, несколько выше — в варианте зола + NPK, высокие — в варианте зола + 2 см почвы и наиболее высокие, почти совпадающие с данными контроля (почва), — в варианте зола + сточные воды.

Как видно из табл. 1, в условиях золоотвалов некоторые растения, как бобовые (донник белый, люцерна синегибридная), так и злаковые (регнерия омская, пырей сизый, пырей бескорневищный

и др.) дают высокий процент всхожести, в то время как ежа сборная и люпин многолетний в тех же условиях показали очень низкую всхожесть (2 и 5%). Это говорит о том, что последние два растения не могут обеспечить себе потомства и являются кандидатами на вымирание в данных условиях, что подтверждается визуальными наблюдениями.

Отмечена довольно кучная всхожесть семян у большинства культур, но отдельные семена запаздывают с прорастанием на 9—13 дней от основной группы всходов. Даже если условия будут вполне благоприятны, эти всходы отстанут в своем развитии и, таким образом, окажутся в худших условиях, чем остальные растения, и могут быть причислены к «жертвам» внутривидовой борьбы, в то время как причина недоразвития связана с несвоевременным их прорастанием. Но может быть и другой случай, когда основная группа всходов гибнет от заморозков или засухи, или других причин, и тогда запоздавшие всходы будут единственными гарантами данного вида. Таким образом, запоздание может быть и вредным, и полезным.

Общий вывод, который может быть сделан из анализа семенной продуктивности 7 видов растений заключается в следующем:

1. Наиболее заметны различия по вариантам опыта и субстратам в длине соцветий, количестве колосков (бобов), количестве выполненных семян.

2. Различия сглаживаются по наиболее существенным показателям — величине зерновки (семени) и весу семян.

3. Вновь различия становятся заметными по энергии прорастания и всхожести.

Но те незначительные изменения, которые наблюдаются в величине зерновок и весе семян, могут быть очень существенными в жизни растений, в их состязании за место в жизни.

Кроме того, напрашиваются еще некоторые соображения, а именно: очень незначительны преимущества у злаковых растений на золе + NPK, по сравнению с растениями на чистой золе. Значительно лучше данные в варианте зола + 2 см почвы и самые лучшие — на золе со сточными водами. Видны преимущества в варианте шлам + 6 см ила по сравнению с вариантом шлам + 6 см почвы.

После того, как появились всходы, судьба последних подвержена многим случайностям. Так же как и семена, они могут быть уничтожены различного рода насекомыми, животными, могут подвергнуться неблагоприятным условиям среды (влажность, pH и др.), отрицательному влиянию соседних растений того же или другого вида, недоразвитию и т. п.

Разберем состояние всходов на стационаре шламового поля Верхнепышминской обогатительной фабрики. Учетные площадки размером 50 м² были заложены по каждой культуре в трех вариантах и в трех повторностях. Посев на шламе был произведен 9 и 10/VIII, в варианте шлам + NPK 10—11/VIII и в варианте шлам +

Таблица 2

**Длина побегов и корней осенних всходов злаковых культур
на шламовом поле Верхнепышминской медеобогатительной фабрики, см**

Культура	Дата	Шлам+торф			Шлам+NPK			Шлам		
		мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.
Пырей бескорневищный надземная часть	27/VIII	2,0	4,7	3,5	1,8	4,4	3,4	2,2	4,2	2,9
	2/IX	2,9	5,2	4,2	2,6	4,7	3,7	2,8	4,7	3,6
	7/IX	3,5	6,0	4,9	1,0	4,2	3,1	1,6	3,6	2,5
Тимофеевка надземная часть	27/VIII	1,6	3,4	2,5	1,3	2,4	2,0	2,0	3,9	2,9
	27/VIII	1,9	3,0	2,6	0,8	1,2	1,0	1,6	3,0	2,3
	2/IX	1,3	3,6	2,6	0,7	1,5	1,0	1,1	1,8	1,5
корни	7/IX	1,5	4,5	2,6	0,9	2,0	1,3	0,8	2,2	1,5
	27/VIII	0,8	1,6	1,1	0,5	1,2	0,8	0,6	1,8	1,1
Овсяница надземная часть	27/VIII	2,4	3,8	2,9	1,1	3,2	2,2	1,0	2,0	1,7
	2/IX	0,9	4,6	2,8	1,3	2,5	2,1	1,3	2,9	2,0
	7/IX	1,5	3,6	2,5	1,2	3,6	2,3	1,6	3,5	2,4
корни	27/VIII	0,9	2,1	1,4	1,0	1,9	1,3	0,7	2,5	1,7
Ежа надземная часть	27/VIII	2,4	4,4	3,4	1,3	2,3	1,7	1,3	2,6	2,0
	2/IX	3,1	8,3	5,2	1,1	2,5	1,8	1,6	2,6	2,1
	7/IX	3,0	5,0	3,7	2,0	2,5	2,1	1,5	2,8	2,2
корни	27/VIII	1,0	2,7	1,9	1,0	2,6	1,8	0,5	2,6	1,4

+торф — 11—12/VIII-65 г. Были высеяны 4-кратные нормы семян, полученных из Института кормов Московской области: пырея гребенчатого, овсяницы луговой, тимopheевки луговой, мятлика лугового, ежи сборной.

Через каждые 2—3 дня велись наблюдения за входами. Первые всходы пырея (шлам + торф) появились 18/VIII-65 г., единично взошла ежа (шлам + торф и шлам + NPK). На чистом шламе всходов не оказалось. Отмечены всходы всех культур, кроме мятлика, во всех вариантах 22/VIII, а 27/VIII — был собран гербарий по 10 экземпляров каждой культуры и измерены надземная масса и корни. Последующие измерения проведены 2 и 7 сентября.

Колебания по вариантам и по культурам отражены в табл. 2. Несомненно превосходство всех всходов в варианте шлам + торф, в двух других вариантах хорошо выглядят только пырей и частично овсяница.

Внутри культур в отдельно взятом варианте по дням не всегда наблюдается обязательный прирост в высоту, а в ряде случаев — даже обратная тенденция. Средняя высота растений с каждым последующим сроком снижается, например, в варианте шлам + торф для овсяницы, частично здесь же у ежи, а у тимopheевки во все сроки измерения наблюдается одна и та же величина — 2,6 см.

Дело в том, что первые измерения были сделаны по первым:

редким всходам, при втором и третьем наблюдении, наряду с высокорослыми всходами, добавилось много более поздних всходов, которые как бы уравнили, а в ряде случаев даже уменьшили среднюю величину высоты всходов. Попробуем разобраться в особенностях корней у 100 всходов на шламовом поле Верхнепышминской обогатительной фабрики по вариантам и по культурам через 25 и 37 дней после посева семян.

Корни пырея бескорневищного были откопаны 27 августа, т. е. через 25 дней после посева семян. В варианте шлам + торф длина корней в массе равна 2, редко 4 см. Корни одиночные, редко по 2 корня, сверху или на всем протяжении покрыты густорасположенными корневыми волосками.

На 7 сентября в этом варианте отмечено от 4 до 19 слаборазветвленных корней с обильной зоной корневых волосков. Длина их по-прежнему незначительна — от 3 до 5 см; редкие боковые корешки имеют длину от 0,5 до 1 см.

В варианте шлам + NPK корни формируются несколько по-иному. 27 августа были зарегистрированы у каждого всхода по 2—3 корня длиной до 5 см, на которых корневые волоски отсутствуют или же встречаются небольшими участками. На всех без исключения корнях отмечены боковые корни до 2—3 мм длиной. Через 12 дней корни в количестве 2—6 до 6 см длины имеют также короткие зоны корневых волосков и большое количество боковых корешков до 2 см каждый.

Непосредственно на шламе корни у пырея бескорневищного через 25 дней после посева в количестве 2—3 проникают на глубину до 5 см, имея очень редкие участки корневых волосков и многочисленные боковые корни до 1—1,3 см. Через 37 дней после посева количество корней остается то же самое, но с большим количеством боковых корней второго и третьего порядка до 2 см, особенно в нижней половине главных корней. Корневые волоски прослеживаются только в верхней части корня.

У мятлика лугового на шламе с торфом корни наиболее развиты и покрыты длинными корневыми волосками. Через 37 дней со дня посева семян от 3 до 5 корней достигают длины 5—7 см, имеют богатую зону корневых волосков на всем протяжении, массу боковых корней длиной до 2 см. Все корни покрыты мелкими комочками торфа.

В варианте шлам + NPK через 25 дней после посева семян большинство растений имеет одиночные корни, редкие — 2 корня до 2 см длиной, неветвящихся, со слабовыраженной зоной корневых волосков.

На шламе корни мятлика лугового на 27 августа одиночные до 2 см длиной, с редкими корневыми волосками. На 7 сентября корни по-прежнему одиночные до 2—3 см длиной, на конце ветвящиеся. Немногочисленные корневые волоски расположены только в верхней части.

На этих двух примерах видны морфологические различия в кор-

нях в разных вариантах у двух разных видов растений, высеянных в одно и то же время. Если пырей бескорневищный дал наиболее богатую по длине корневую систему в варианте на шламе, то у мятлика наблюдается обратное явление — самая короткая корневая система развита в варианте на шламе. Все существование его пока основано на потреблении эндосперма семени, в то время как у пырея рост идет за счет сформировавшейся корневой системы.

Исследования корневых систем показали, что чаще всего более длинные корни наблюдаются в варианте на чистом шламе. Это же отмечалось для большинства культур на золоотвалах. Общеизвестно, что из всех органов растения самыми чувствительными являются корни. Благодаря хемотаксису наблюдается общая направленность корней в сторону более влажных мест. В поисках пищи корни способны проходить большие расстояния.

Все эти явления наблюдались на золоотвалах для растений различных видов. Например, корни люцерны синегибридной на золоотвале Красногорской ТЭЦ имели правильную форму и за 4 года достигли глубины в 2,5 м. На золоотвале Березниковской ТЭЦ и Южно-Уральской ГРЭС корни люцерны, достигнув 30 см, затем распространялись в стороны, на золоотвале Нижнетуринской ГРЭС из-за плотности субстрата они сразу располагались вдоль поверхности. Отдельные корни пробивались сквозь плитки золы и создавали второй ярус корней, третий и больше. У некоторых экземпляров люцерны и у злаков отмечена многоярусная корневая система.

Нечто подобное описывается И. О. Байтулиным (1965) для полыней и анабазиса на территории Актюбинской опытной станции, солонцовые почвы которой содержат воднорастворимые вещества на глубине 120—180 см. Корни полыней вначале дают приповерхностную зону, затем, не ветвясь, проходят уплотненный слой с высоким содержанием NaCl и образуют два яруса ветвления: один в гумусном, а второй — во влажном горизонтах.

При наличии питательных веществ в каком-либо ограниченном слое корни неохотно его покидают, а некоторые растения уносят эти питательные вещества в глубь субстрата, как это наблюдалось, например, у ряда злаковых растений на Красногорском стационаре. Как правило, корни злаков на шламе или на золе, несмотря на свою длину, более тонки, чем там, где есть питательный субстрат.

Таким образом, с первых дней существования всходов в чистых посевах намечается существенное различие растений по времени появления всходов, их высоте, длине корневой системы и по многим другим показателям. Вероятно, неравномерность всходов может оказать влияние на дальнейшую судьбу растения. Но это только одна сторона вопроса.

На состоянии всходов может существенно сказываться также соседство других растений. В этом отношении характерен пример состояния растений в варианте шлам + торф. Вначале на три участка с посевом ежи, мятлика и тимopheевки был привезен глубин-

ный торф, открытый экскаватором. Его глыбы с трудом разделились на довольно заметные комки. После этого был привезен на два участка с посевом пырея и овсяницы поверхностный торф, более мелкий и даже пылеватый. Эти посева были присыпаны ровным слоем торфа. Через 5—6 дней поднялся ветер, и 70% мелкого торфа было развеяно, в то время как глубинный торф был почти не нарушен ветром. В связи с этим по количеству оставшегося торфа вариант стал неравноценным у первых трех культур по сравнению с двумя последними.

Таблица 3

**Ход развития сои и конопли на красном шлеме
в различных вариантах опыта**

Растение	Вариант опыта	Количество взойшедших семян	Появление всходов (в днях)	Появление листьев (в днях)		Высота	
				2-го	3-го	через 30 дней	через 60 дней
Соя японская	Почва	10	10	17	30	25,0	61,0
Конопля	То же	10	6	10	32	10,0	37,0
Соя японская	Шлам + NPK						
	+ почва	10	10	17	30	22,0	35,0
Конопля	То же	10	6	10	32	8,0	37,0
Соя японская	Шлам + NPK	3	12	—	—	3,5	3,5
Конопля	То же	2	6	40	50	6,0	10,0
Соя японская	Шлам	2	12	Через 20 дней погибла			
Конопля	То же	1	6	—	—	0,7	0,7

Кроме того, в поверхностном торфе оказалось много семян сорных и иных растений, в результате чего в посевах пырея бескорневичного и овсяницы луговой уже осенью зарегистрированы многочисленные всходы пырея ползучего, мари белой и красной, инанчая, сурепки, пастушьей сумки, гречихи птичьей, звездчатки злочной и др. На площадках с глубинным торфом ни одного всхода сорных растений не обнаружено.

На следующий год (1966) на первых двух участках наблюдались разреженные растения основных культур с многочисленными представителями сорных растений.

В связи с этим и в дальнейшем состав и динамика ценозов на участках с торфом разного качества будут иными.

Поведение всходов растений было также изучено в вегетационных сосудах в различных вариантах опыта на красном шлеме Уральского алюминиевого завода. Суть опытов состояла в следующем: одинаковые пророщенные семена таких требовательных культур, как соя японской и конопли посевной, были посеяны в сосуды с чистым шламом, шлам + NPK, шлам + NPK + 2 см почвы и почвой (контроль).

Наблюдения проводились в течение двух месяцев и результаты отражены в табл. 3.

Через 30 дней от начала опыта были выкопаны невзошедшие семена сои. В чистом шламe корешки почти не развивались и затем омертвели, хотя семядоли имели свежий вид и были зеленоватыми. В варианте шлам + NPK корешки имели ответвления, но по размерам были очень малы. Гибель произошла по той же причине. Даже в варианте с удобрением и почвой корни очень неохотно проникают в нижележащий шлам.

Гибель невзошедших семян конопли в двух вариантах (шлам + NPK и шлам) аналогична. В варианте шлам + NPK + почва корни конопли проникают на большую глубину в шлам и, очевидно, поэтому по высоте между коноплей на почве и коноплей в варианте шлам + NPK + 2 см почвы разницы нет. В какой-то степени шлам оказывает стимулирующее влияние, так как на 40-й день конопля во втором варианте зацвела, в то время как на почве цветения не наблюдалось и через 60 дней.

По мере ухудшения субстрата по вариантам опыта резко снижаются и все показатели в росте и развитии растений.

Как уже отмечалось, у каждого вида в процессе естественного отбора сложились свои характерные, особые внутривидовые отношения, которые выражаются как в общем облике растения, так и в его частностях, особенно семенной продуктивности, характере и способе прорастания семян, развитии корневой системы, способах расположения листьев, выделениях корневых систем и надземной массы и др. Все это играет значительную роль в характере внутривидовых отношений.

Общеизвестно, что семена мари белой полиморфны и различаются по форме: крупные, плоские, коричневые, прорастающие через 3 дня; более мелкие, с толстой оболочкой, черные или зеленоватые, прорастающие на второй год; почти круглые, очень мелкие, черные, прорастающие на третий год. Кроме того, семена мари белой при созревании могут осыпаться вблизи материнского растения, а при ветре вместе с околоцветником переносятся на более далекие расстояния. Необычайная живучесть и плодовитость этого растения в самых различных условиях — от Полярного круга до южных границ — характеризует ее как повсеместное злостное сорное растение. Здесь интересна, с точки зрения внутривидовых отношений, разнокачественность семян, которая позволяет семенам одной репродукции прорастать в разные годы жизни (минимум 3 года). Эта особенность семян, как можно видеть на всех нарушенных территориях, в посевах и в других местах, широко реализуется. Это полезное приспособление вида закреплено естественным отбором как своеобразный регулятор внутривидовых отношений, рассчитанный на сохранение данного вида в борьбе с другими видами на протяжении минимум трех лет. И это при производительности одного растения в 102 000 семян.

Возьмем для примера другие виды: щетинник сизый (*Setaria glauca*) и щетинник зеленый (*Setaria viridis*). Оба дают от 5500 до 7000 семян на одно растение. Всхожесть их не теряется в течение 10—15

лет. Семена осыпаются на месте, но могут ветром, животными, а также людьми переноситься на далекие расстояния.

Овсяг (Avena fatua) дает от 40 до 60, а при развитой кустистости до 600 семян с одного растения, которые имеют оригинальные приспособления для зарывания, вернее заворачивания, в землю. Семена не теряют всхожести годами. Овсяг способен давать гибриды с культурными сортами овса, и тогда его не отличить от культурных сортов.

Общеизвестна энергия засорения почв как семенами, так и корневищами пырея ползучего. Длина корневищ на 1 м² достигает 495 м с 25 979 вегетативными почками. На молодых, мягких залежах, в блюдцевидных углублениях в Казахстане он образует чистые пырейные сенокосы, почти полностью вытесняя представителей других видов.

Как видим, в природе в большинстве случаев все направлено к тому, чтобы дать жизнь большему количеству особей на возможно большей территории. Для ряда растений на отвалах (бескильница Гаупта, шведа, вейник, мать-и-мачеха и др.) такая картина и наблюдается. В наших работах (Тарчевский, 1959, 1962, 1966) приведены многочисленные примеры своеобразного распространения отдельных растений на специфических субстратах. Наиболее приемлемое объяснение этому находим у Р. Библи (1965), который, характеризуя крайние условия существования растений, пишет: «Согласно второму, основному биоценотическому принципу Тинеманна, видовой состав растительных сообществ тем беднее, чем суровее условия существования. Однако эти немногочисленные виды в результате отсутствия конкуренции представлены всегда большим числом особей»⁷.

На изученных промышленных отвалах распространены немногие растения, и в крайне суровых условиях существования они в незатененном виде позволяют судить о своеобразном характере заселения свободной территории и о сущности внутривидовых и межвидовых отношений.

Для изучения ценотических отношений применены различные приемы: наблюдалась судьба всходов отдельных растений с весны и до поздней осени, производились гнездовые посевы семян некоторых растений, изучались растения на учетных площадках, и, наконец, систематически год за годом на одних и тех же площадках и в одно и то же время отмечались «вселенцы» в чистых посевах многолетних растений.

В этом плане в дальнейшем и освещается фактический материал.

Наше внимание весной 1964 г. на золоотвале Южно-Кузбасской ГРЭС (г. Калтан) привлекли несколько экземпляров полыни горькой (*Artemisia absinthium*) урожая 1963 г., которые ветром или сне-

⁷ Р. Библи. Цитологические основы экологии растений. М., «Мир», 1965, стр. 12—13.

гом были прибиты к золе и около каждой из них появились тысячи всходов. После поднятия материнского экземпляра на золе остался зеленый негатив растения. Были заложены площадки в 1 дм² в 6 повторностях, за количеством особей которых велись наблюдения через каждые 10 дней на протяжении 3 месяцев. В группе А отображены наиболее загущенные участки (ближе к середине пятна со всходами полыни), а в группе В — краевые участки более разреженные (табл. 4).

Таблица 4

Количество особей полыни горькой на 1 дм²

Группы	Дата								
	2/VI	12/VI	22/VI	2/VII	12/VII	22/VII	2/VIII	12/VIII	22/VIII
А	334	313	89	83	82	66	70	54	38
	770	650	600	160	100	53	56	40	32
	230	170	113	98	91	47	56	20	10
Среднее	420	370	270	110	91	55	61	38	28
В	105	98	85	81	56	56	76	36	28
	85	55	44	39	36	31	50	30	30
	122	106	80	75	58	53	56	32	20
Среднее	104	86	69	65	50	46	60	32	26

Общее впечатление — это массовая гибель растений к концу теплого периода. Большая часть растений сохранилась на густозаселенных площадках (334—770), меньше всего на площадках, где было 230 и 122 всхода. Некоторое увеличение (2/IX) было вызвано осенне-летними дождями. Анализ погибших растений на всех площадках показал, что причина гибели заключается в плохоразвитой корневой системе. Все короткокорневые экземпляры полыни погибли по мере просыхания поверхностных слоев золы.

Смыкания корневых систем не наблюдалось. Насекомых и животных, которые бы поедали полынь, не отмечено.

Отмечен медленный рост растений, особенно в загущенных посевах. Так, в площадке с 334 всходами растения на 22 сентября в среднем весили: надземная часть (сухой вес) 9,0 и подземная часть 3 г при высоте 3 см.

Аналогичные наблюдения были проведены там же за клоповником мусорным (*Lepidium rudemale*). 2 июля наблюдалось массовое цветение, а 12/VII — образование плодов (табл. 5).

Здесь точно так же, как и в примере с полынью горькой, уменьшение и увеличение количества особей совпадает с периодами засухи и дождей. При этом любопытно, что наиболее загущенный посев (75%) дал к концу вегетационного периода наименьшее коли-

Таблица 5

Количество особей клоповника мусорного на 1 дм²

Группы	Дата								
	2/VI	12/VI	22/VI	2/VII	12/VII	22/VII	2/VIII	12/VIII	22/VIII
А	750	514	98	66	57	51	56	15	13
	115	100	93	87	72	53	73	65	59
	220	200	135	78	76	74	140	125	100
Среднее	362	271	108	77	68	59	90	68	57
В	100	98	88	45	39	37	47	10	16
	100	61	11	10	10	11	62	62	64
	31	27	22	19	17	15	70	70	92
Среднее	77	62	40	25	22	21	60	47	57

чество сохранившихся особей (13), а первоначально самый разреженный (31) дал в конце периода наибольшее количество особей (92). В конце периода средняя высота растений была равна 10,4 см и вес 22 мг.

Такие же закономерности наблюдаются и в случае с гречихой птичьей (*Polygonum aviculare*), которая так обычна вдоль дорог и выбитых мест. И на золоотвале было обнаружено загущенное пятно

Таблица 6

Количество особей гречихи птичьей на 1 дм²

Группа	Дата								
	2/VI	12/VI	22/VI	2/VII	12/VII	22/VII	2/VIII	12/VIII	22/VIII
А	600	90	71	68	66	55	88	70	67
	290	233	179	112	103	93	123	110	100
	190	189	130	130	123	103	110	100	63
Среднее	360	171	127	103	97	84	107	93	77
В	121	88	65	60	60	53	82	75	70
	176	121	86	83	75	62	130	50	47
	103	87	58	56	54	47	137	70	58
Среднее	133	99	70	66	63	54	116	65	58

из указанной гречихи, где и были заложены учетные площадки. У всех растений высотой 2 см развились только вертикальные корни длиной до 5 см и по 15—20 листочков на стебле (табл. 6).

Здесь, как на площадке с наибольшим (600), так и с наименьшим (121) количеством всходов, конечный результат получился одинаковым (67—70).

И, наконец, приведем еще одну таблицу результатов измерений с горцем узловатым (*Polygonum nodosum*), который тоже образовал довольно густые всходы на золоотвале Южно-Кузбасской ГРЭС (табл. 7).

На площадках с максимальным (350) и с минимальным (150) количеством всходов все растения к концу вегетации выпали. На двух площадках, где сохранилось по одной особи горца узловатого, по росту, количеству листьев и другим показателям они не отли-

Таблица 7

Количество особей горца узловатого на 1 дм²

Группа	Дата								
	2/VI	12/VI	22/VI	2/VII	12/VII	22/VII	2/VIII	12/VIII	22/VIII
A	166	97	57	48	41	34	57	35	17
	350	200	92	90	80	10	14	2	—
	198	143	94	60	43	30	31	10	1
Среднее	238	146	81	66	54	24	34	15	6
B	175	151	76	69	15	2	—	—	—
	150	45	29	27	27	8	—	—	—
	155	150	105	82	25	18	20	10	1
Среднее	160	115	70	59	22	9	7	3	1

чались от 17 особей, сохранившихся на первой площадке. Даже наоборот, 17 особей выглядели несколько лучше, чем одиночные экземпляры на других площадках. Здесь, кроме погодных условий, на гибели растений сказалось то, что во второй половине вегетации появилось много всходов гречихи птичьей, ромашки непахучей, которые, очевидно, содействовали подавлению роста основного растения.

Первое впечатление от приведенных примеров создается в пользу наличия внутривидовой борьбы между особями одного и того же вида, так как количество особей от начального числа к концу вегетации уменьшается в десятки и сотни раз. В то же время здесь имеет место ряд противоречий, которые сводятся к тому, что на примере полыни горькой и гречихи птичьей на площадках с наибольшим количеством всходов сохраняется к осени и наибольшее количество особей. За это же говорят и средние количества особей, большие для площадок в группе А, нежели в группе В.

На основании тщательного изучения причин гибели растений удалось установить, что для подавляющего большинства растений одной из них являлось пересыхание поверхностных слоев золы, при котором все растения с короткими корнями погибали. Как только слой подсохшей золы увеличивался, сразу же происходила очеред-

ная гибель растений, у которых корни целиком оказывались в этом слое.

Отмечено также, что при густом стоянии всходов корни у особей развиваются несколько больше в глубину, чем в стороны, а у более редкостоящих эта тенденция выражена в меньшей степени.

Таким образом, здесь в полной мере отразился естественный отбор. Все выжившие особи принадлежали к числу растений, у которых корни проникали несколько глубже, в более влажные слои. Это часто незначительное преимущество позволило растениям выжить в неблагоприятных условиях буквально на грани существования, и решающим фактором здесь оказалась влажность, т. е. экологические условия.

На этом же золоотвале были поставлены специальные опыты (в трех повторностях) в трех вариантах (на золе, на золе + NPK и на почве) с посевом семян основных культур многолетних растений по 1, 2, 3, 4, 5 в гнездо с тем, чтобы выяснить поведение одиночных и групповых растений. За ростом растений, побегообразованием, количеством листьев и фазами вегетации наблюдения проводились раз в декаду.

Для опыта были взяты люцерна синегибридная, эспарцет песчаный и костер безостый. Посев семян был проведен 26/VI-64 г. Результаты опытов на 22/VIII-64 г. отражены в табл. 8—11.

Таблица 8

Показатели гнездового посева костра безостого по вариантам опыта

Показатели	Количество семян в гнезде				
	1	2	3	4	5
Зола					
Количество всходов *	2,0	5,0	7,0	9,0	8,0
Всхожесть, %	66,0	83,0	77,0	75,0	53,0
Высота растений, см	6,5	4,0	4,2	5,5	6,3
Количество листьев	2,5	3,0	1,7	3,0	2,5
Зола+NPK					
Количество всходов	2,0	4,0	6,0	2,0	11,0
Всхожесть, %	66,0	66,0	66,0	16,0	73,0
Высота растений, см	6,7	8,0	5,4	1,5	5,4
Количество листьев	2,5	2,0	3,0	1,0	3,0
Почва					
Количество всходов	3,0	4,0	7,0	7,0	7,0
Всхожесть, %	100,0	66,0	77,0	58,0	46,0
Высота растений, см	60,5	35,0	34,0	43,5	31,0
Количество побегов	12,0	3,7	3,7	7,5	7,0
Количество листьев	60,0	10,0	25,0	48,0	43,0

* Здесь и в последующем суммарное количество всходов по 3 гнездам (повторностям).

Таблица 9

Показатели гнездового посева эспарцета песчаного по вариантам опыта

Показатели	Количество семян в гнезде				
	1	2	3	4	5
З о л а					
Количество всходов	2,0	5,0	5,0	7,0	13,0
Всхожесть, %	66,0	83,0	55,0	58,0	86,0
Высота растений, см	4,0	5,0	4,6	4,5	4,8
Количество листьев	3,0	2,6	2,6	2,4	2,3
З о л а + NPK					
Количество всходов	1,0	4,0	6,0	9,0	8,0
Всхожесть, %	33,0	66,0	66,0	75,0	53,0
Высота растений, см	9,0	14,0	12,1	14,6	16,1
Количество побегов	—	3,5	3,6	3,6	5,6
Количество листьев	6,0	12,0	12,0	14,7	16,1
П о ч в а (к о н т р о л ь)					
Количество всходов	2,0	3,0	5,0	7,0	12,0
Всхожесть, %	66,0	50,0	55,0	58,0	80,0
Количество побегов	5,0	3,0	4,3	3,2	3,1
Высота растений, см	22,5	23,2	26,6	19,9	24,2
Количество листьев	12,0	10,5	26,5	17,0	23,0

Таблица 10

Показатели гнездового посева люцерны синегибридной по вариантам опыта

Показатели	Количество семян в гнезде				
	1	2	3	4	5
З о л а					
Общее количество всходов . . .	3,0	5,0	4,0	6,0	7,0
Всхожесть, %	100,0	83,0	44,0	50,0	47,0
Средняя высота растений, см	1,5	1,8	2,1	1,7	3,2
Количество листьев	2,3	2,6	3,2	3,3	2,4
Средний прирост за декаду, см	0,6	0,5	0,5	0,6	3,0
З о л а + NPK					
Количество всходов	1,0	2,0	2,0	3,0	5,0
Всхожесть, %	33,0	33,0	22,0	25,0	33,0
Высота растений, см	15,0	1,5	11,0	14,0	18,0
Количество веточек	10,0	2,0	5,0	5,0	7,0
Количество листьев	50,0	1,0	7,0	6,6	—
Прирост, см	13,5	—	—	12,5	10,5
П о ч в а (к о н т р о л ь)					
Количество всходов	2,0	3,0	2,0	2,0	7,0
Всхожесть, %	66,0	50,0	22,0	16,0	46,0
Количество побегов	3,0	3,0	3,0	2,5	4,0
Высота растений, см	59,5	42,0	24,0	32,5	40,1

Таблица 11

Сводная таблица результатов гнездового посева по культурам и вариантам

Показатели	Количество семян в гнезде				
	1	2	3	4	5
З о л а					
Количество всходов:					
<i>Bromus inermis</i>	2,0	5,0	7,0	9,0	8,0
<i>Onobrychis arenaria</i>	2,0	5,0	5,0	7,0	13,0
<i>Medicago media</i>	3,0	5,0	4,0	6,0	7,0
Всего	7,0	15,0	16,0	22,0	28,0
Всхожесть, %	77,7	84,0	59,2	61,6	61,6
Высота растений, см:					
<i>Bromus inermis</i>	6,5	4,0	4,2	5,5	6,3
<i>Onobrychis arenaria</i>	4,0	5,0	4,6	4,5	4,8
<i>Medicago media</i>	1,5	1,8	2,1	1,7	3,2
З о л а + NPK					
Количество всходов:					
<i>Bromus inermis</i>	2,0	4,0	6,0	2,0	11,0
<i>Onobrychis arenaria</i>	1,0	4,0	6,0	9,0	8,0
<i>Medicago media</i>	1,0	2,0	2,0	3,0	5,0
Всего	4,0	10,0	14,0	14,0	24,0
Всхожесть, %	44,4	56,0	51,8	39,2	52,8
Высота, см:					
<i>Bromus inermis</i>	6,7	8,0	5,4	1,5	5,4
<i>Onobrychis arenaria</i>	9,0	14,0	12,1	14,6	16,1
<i>Medicago media</i>	15,0	1,5	11,0	14,0	18,0
П о ч в а					
Количество всходов:					
<i>Bromus inermis</i>	3,0	4,0	7,0	7,0	7,0
<i>Onobrychis arenaria</i>	2,0	3,0	5,0	7,0	12,0
<i>Medicago media</i>	2,0	3,0	2,0	2,0	7,0
Всего	7,0	10,0	14,0	16,0	26,0
Всхожесть, %	77,7	56,0	51,8	44,8	57,2
Высота, см					
<i>Bromus inermis</i>	60,5	35,0	34,0	43,5	31,0
<i>Onobrychis arenaria</i>	22,5	23,2	26,6	19,9	24,2
<i>Medicago media</i>	59,5	42,0	24,0	32,5	40,1

При гнездовом посеве примерно одинаковыми семенами во всех вариантах опыта наилучший результат по всхожести получен при посеве 1—2 семян в гнезде (56—84%). При большем количестве семян в гнезде процент развившихся растений несколько падает (52,8—61,6%). В вариантах опыта на золе преимущество по высоте на стороне растений при одиночном посеве семян в гнезда и на сто-

роне растений в гнездах, где посеяно 5 семян, а на почве явное преимущество у растений при одиночном посеве семян и частично там, где посеяно 5 семян. Количество листьев больше у растений, выросших в гнездах с посевом по 5 семян, реже у растений в гнездах с 1 семенем.

Полученный материал по трем многолетним культурам за 1 сезон не позволяет делать каких-либо серьезных обобщений, так как в последующем опыт был нарушен. По некоторым сохранившимся гнездам в 1965 г. было отмечено появление в группе бобовых новых всходов за счет семян, которые в первый год не взошли.

Для практических целей можно сделать вывод о том, что необходима повышенная норма высева семян для создания более сомкнутого травостоя.

Для понимания взаимоотношений внутри сложившегося и развитого травостоя изучен поливной участок за золоотвале Нижне-туринской ГРЭС с травостоем четвертого года жизни. Весной 1964 г. было проверено состояние всходов и проростков, намечены примерно одинаковые по условиям полива 10 учетных площадок по 1 м² среди высеянных культур и затем в середине лета с 15 до 25 июля на них изучена растительность. Все культуры на этом участке находились в равных условиях с точки зрения их одновременного посева весной 1961 г. и равномерного полива сточными водами всей площади.

Все растения на учетной площадке срезались, разбирались по видам, затем особи каждого вида измерялись по высоте с отметкой фазы вегетации и разносились в специальной ведомости по классам высот (табл. 12). На основании данных таблицы составлены графики по классам высот в целом для всех растений на учетной площадке. На графике это показано первой заштрихованной фигурой под знаком «0», и затем под соответствующим номером изображено персональное участие каждого вида; при этом по вертикали показаны классы высот в масштабе 1 : 10 см, а по горизонтали — количество особей в пределах каждого класса высот — 1 особь = 1 мм (рис. 1—6).

Такой способ позволяет графически по некоторым важным показателям отразить структуру растительного покрова в пределах учетной площадки. В сложном формирующемся фитоценозе глазомерная оценка доли участия каждого вида не вскрывает действительной картины. Метод изучения растительности, избранный нами, требует большой затраты времени, но вполне оправдывает себя, так как дает более точное представление о составе фитоценоза на основании 10 произвольно заложенных учетных площадок.

Данные измерений растений на каждой учетной площадке из-за громозкости не приводятся, а вместо этого предлагается сводная табл. 13 с распределением растений по классам высот на 10 учетных площадках, анализ каждой из которых дается в тексте и иллюстрируется графически.

На учетной площадке № 1 с преобладанием донника белого

Таблица 12

Видовой состав и высота растений на учетной площадке в 1 м² № 1 (5-й год жизни растения)

Высота растений, см														
0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111—120	121—130	131—140	141—150

1. Донник белый — *Melilotus albus* Desr.

8	19	27	34	47	54	62	79	86	93	106	111	126	—	—
—	17	24	34	43	58	61	77	88	95	—	—	—	—	—
—	19	21	35	42	52	68	78	84	93	104	112	—	—	—
10	18	26	37	49	57	68	79	85	91	—	—	—	—	—
—	11	21	33	47	52	64	72	89	99	101	—	—	—	—
—	15	25	33	48	53	68	73	85	91	—	—	—	—	—
—	13	23	38	49	59	63	76	85	91	—	—	—	—	—
—	18	26	33	44	52	68	75	84	98	—	—	—	—	—
—	15	29	33	44	51	68	78	82	94	—	—	—	—	—
—	12	28	31	49	51	61	72	82	92	—	—	—	—	—
—	14	21	35	45	57	62	72	88	—	—	—	—	—	—
—	18	24	33	45	54	62	75	81	—	—	—	—	—	—
—	19	21	31	48	59	68	77	85	—	—	—	—	—	—
—	18	24	39	46	57	65	72	88	—	—	—	—	—	—
—	15	21	31	41	57	64	75	84	—	—	—	—	—	—
—	17	29	34	41	59	68	75	83	—	—	—	—	—	—
—	21	32	47	47	59	61	79	88	—	—	—	—	—	—
—	12	25	38	49	52	65	71	82	—	—	—	—	—	—
—	13	23	38	43	57	65	73	81	—	—	—	—	—	—
—	15	27	34	43	54	61	72	90	—	—	—	—	—	—
—	15	27	37	43	56	68	76	90	—	—	—	—	—	—
—	18	27	35	42	55	62	74	—	—	—	—	—	—	—
—	18	23	34	46	57	63	72	—	—	—	—	—	—	—
—	16	28	32	49	54	68	71	—	—	—	—	—	—	—
—	19	25	35	43	56	67	75	—	—	—	—	—	—	—
—	15	25	34	44	55	65	75	—	—	—	—	—	—	—
—	17	27	39	47	57	64	76	—	—	—	—	—	—	—
—	15	23	35	41	55	61	77	—	—	—	—	—	—	—

Высота растений, см														
0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111—120	121—130	131—140	141—150
—	16	27	32	47	51	65	80	—	—	—	—	—	—	—
—	17	28	33	43	51	64	80	—	—	—	—	—	—	—
—	20	24	31	42	55	65	80	—	—	—	—	—	—	—
—	20	23	32	42	51	68	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	27	37	44	59	62	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	21	32	42	55	66	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	22	35	43	53	62	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	29	36	45	55	66	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	25	33	45	53	62	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	26	38	43	56	66	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	21	35	48	54	63	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	24	34	44	58	68	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	26	31	42	60	63	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	24	39	41	60	69	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	21	36	43	60	68	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	32	42	60	62	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	32	49	60	66	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	31	50	60	70	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	32	50	60	70	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	37	50	60	70	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	40	50	—	70	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	57	49	48	50	31	21	10	3	2	1	—	—
3	38	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Всего: 356 особей. Средняя высота 48,98 см

Высота растений, см

0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111—120	121—130	131—140	141—150
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

2. Береза пушистая—*Betula pubescens* Ehrh.

—	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Всего: 1 особь. Высота 25 см.

3. Тимофеевка луговая—*Phleum pratense* L.

—	—	—	—	—	66	73	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	68	74	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	70	79	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	79	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	80	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	78	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—

Всего: 9 особей. Средняя высота 74 см.

4. Костер безостый—*Bromus inermis* Levss.

—	15	27	34	41	54	66	71	—	—	108	118	121	133	—
—	15	21	36	49	55	63	74	—	—	105	112	127	—	—
—	—	28	38	46	55	66	79	—	—	110	—	—	—	—
—	—	28	32	42	52	66	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	22	32	—	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	24	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	2	8	6	4	5	4	3	—	—	3	2	2	1	—

Всего: 40 особей. Средняя высота 58,15 см.

Высота растений, см

0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111—120	121—130	131—140	141—150
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	---------	---------	---------	---------	---------

5. Бескильница Гаупта—*Ruscinellia Hauptiana* (Trin.) V. Krecz.

—	12	27	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	15	21	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	17	22	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	11	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	17	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	11	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	7	9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Всего: 19 особей. Средняя высота 21,84 см.

6. Полевица белая—*Agrostia alba* L.

—	15	27	—	—	51	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	18	—	—	—	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	3	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Всего: 6 особей. Средняя высота 31,5 см.

7. Льянка обыкновенная—*Linaria vulgaris* Mill.

—	16	23	31	44	57	61	—	—	—	—	—	—	—	—
—	16	27	34	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	17	22	38	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	20	22	40	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	5	4	4	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—

Всего: 19 особей. Средняя высота 32,6 см. Итого на площадке № 2 450 особей.

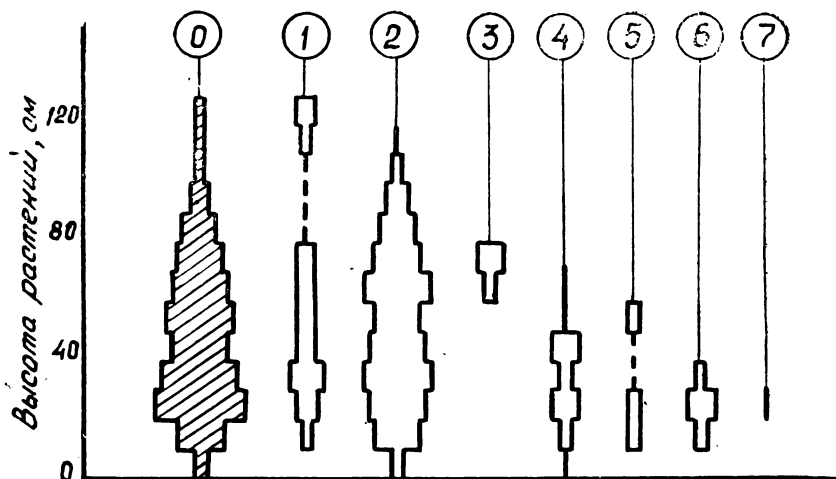


Рис. 1. Структурный анализ учетной площадки с *Melilotus albus*:
1 — *Bromus inermis*; 2 — *Melilotus albus*; 3 — *Phleum pratense*; 4 — *Linaria vulgaris*;
5 — *Agrostia alba*; 6 — *Puccinellia Hauptiana*; 7 — *Betula pubescens*.

(рис. 1) наблюдается следующая картина: цветущий донник занял все пространство, хотя его редкие и широко раскинутые ветви с небольшими по площади листочками не создают сильного затенения. Тем не менее все растения, произрастающие совместно с донником, испытывают значительное угнетение. Это хорошо видно на осохших костре безостого, которые в массе достигли полога, образуемого донником, и дальше, за исключением небольшой группы, не смогли пробиться. Только самые высокие экземпляры костра безостого образовали нормальные соцветия и цветут, в то время как все нижележащие имеют только вегетативные побеги. Таким же образом реагирует и тимopheевка луговая, особи которой смогли подняться до 70—80 см и только некоторые из них развили нормальные соцветия. Остальные виды в силу особенностей своего роста и развития расположились под пологом донника. При этом интересно то, что только 6 особей льнянки из 19 цветут, а у остальных имеются только облиственные побеги.

Как известно, корнями донника связывается атмосферный азот, и благодаря этому все соседствующие с донником растения должны находиться в наиболее благоприятных условиях, но судя по состоянию особей этих видов такого влияния незаметно. Очевидно, сильные ароматические выделения донника в виде кумарина препятствуют нормальному развитию других растений. То, как эти растения могут развиваться в других сочетаниях, будет видно при анализе травостоя других площадок.

Ранней весной 1964 г. на золоотвале Нижнетуринской ГРЭС на поливном участке наблюдалась следующая картина. Слабые сточ-

Таблица 13
Структурный анализ травостоя на учетных площадках зооотвала Нижнетуринской ГРЭС
(классы высот и количество особей)

Растение	Классы высот													Всего особей
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Учетная площадка № 1														
Донник белый	2	31	51	53	48	39	49	35	23	13	3	1	—	348
Тимофеевка луговая	—	—	—	8	—	—	2	7	—	—	—	—	—	9
Костер безостый	—	2	6	—	4	4	4	3	—	—	2	3	2	39
Полевница белая	—	2	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	6
Бескильница Гаупта	—	6	10	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
Льнянка обыкновенная	1	2	6	3	5	1	1	—	—	—	—	—	—	19
Береза пушистая	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Всего	3	43	76	67	57	46	56	45	23	13	5	4	2	1
Учетная площадка № 2														
Черда	—	—	10	50	107	118	98	42	2	—	—	—	—	427
Тимофеевка луговая	—	—	1	4	23	22	17	22	17	4	2	—	—	112
Бекмания	—	—	—	—	—	—	4	7	5	4	—	—	—	20
Полевница белая	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Мятлик луговой	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Гречиха узловатая	—	—	—	1	7	6	2	—	—	—	—	—	—	16
Костер бесостый	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
Кипрей болотный	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1
Щучка дернистая	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
Щучка курчавый	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Лисохвост коленчатосогнутый	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Всего	—	—	11	61	138	148	121	73	25	8	2	—	—	587

Растение	Классы высот															Всего особей
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140		
Учетная площадка № 3																
Тимофеевка луговая	—	—	—	1	3	20	126	31	41	41	38	23	18	9	351	
Костер безостый	—	—	—	—	1	10	108	11	12	11	3	4	9	6	175	
Кипрей болотный	—	4	11	9	7	6	1	1	—	—	—	—	—	—	38	
Мятлик луговой	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	3	
Мать-и-мачеха	—	3	18	17	1	8	18	14	10	9	2	1	4	6	39	
Пырей бескорневищный	—	—	—	2	9	8	—	—	—	—	—	—	—	—	83	
Щучка дернистая	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	8	
Щавель курчавый	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	
Всего	—	7	29	31	21	53	254	57	63	61	43	28	31	21	699	
Учетная площадка № 4																
Костер безостый	—	—	2	3	11	47	24	90	22	12	15	27	22	16	291	
Пырей ползучий	—	—	—	1	5	8	16	24	17	10	17	5	—	—	103	
Тимофеевка луговая	—	—	—	—	2	2	9	13	12	7	5	—	—	—	50	
Полынь обыкновенная	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	
Овсяница красная	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
Всего	—	—	3	4	18	58	49	127	52	29	37	32	22	16	447	
Учетная площадка № 5																
Люцерна синегридная	—	5	25	33	70	44	48	31	8	—	—	—	—	—	264	
Овсяница красная	—	—	—	1	7	14	5	1	—	—	—	—	—	—	28	
Щучка дернистая	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
Пырей ползучий	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
Костер безостый	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
Всего	—	5	25	34	79	59	53	32	8	—	—	—	—	—	295	

Растение	Классы высот															Всего особей
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140		
Учетная площадка № 6																
Пырей гребенчатый	—	—	4	12	19	47	92	461	60	6	—	—	—	—	701	
Гречиха узловатая	—	8	21	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	
Ива козья	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
Люцерна синегридная	—	—	1	7	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	12	
Всего	—	8	26	23	20	50	92	461	60	6	—	—	—	—	746	
Учетная площадка № 7																
Пырей гребенчатый	—	—	—	5	24	61	79	59	7	2	—	—	—	—	237	
Донник желтый	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	2	
Люцерна синегридная	—	—	—	1	3	1	2	1	3	—	—	—	—	—	11	
Донник белый	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
Полынь обыкновенная	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	
Щука дернистая	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	
Бескильница Гаупта	—	—	—	—	432	—	—	—	—	—	—	—	—	—	432	
Всего	—	—	—	6	460	63	82	60	11	2	—	—	1	—	685	
Учетная площадка № 8																
Люцерна синегридная	—	—	—	—	—	—	44	67	54	23	—	—	1	—	189	
Пырей гребенчатый	—	—	—	—	—	1	11	65	35	65	—	—	—	—	177	
Марь белая	—	3	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	
Всего	—	3	3	1	—	55	132	89	88	—	—	—	1	—	373	

Растение	Классы высот														Всего особей
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
Учетная площадка № 9															
Вейник наземный	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131	—	131
Черда трехраздельная	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
Осина	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Всего	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	131	—	162
Учетная площадка № 10															
Лапчатка гусиная	93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93
Одуванчик лекарственный	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Осина	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Ива козья	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
Полынь обыкновенная	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Костер безостый	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Полевница белая	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Мать-и-мачеха	13	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
Иван-чай	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Всего	109	14	2	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	128

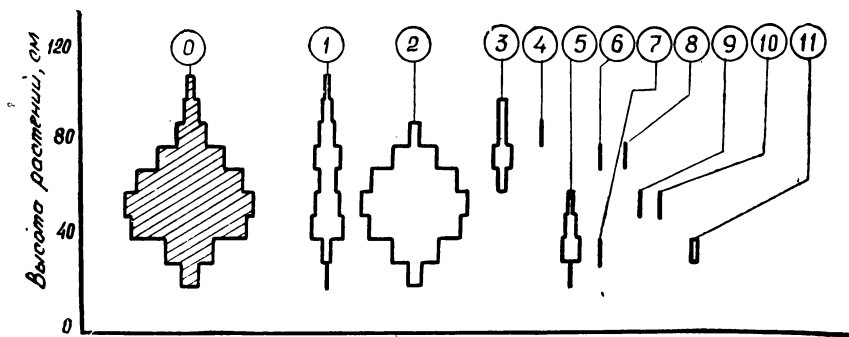


Рис. 2. Структурный анализ учетной площадки с *Bidens tripartita*: 1 — *Phleum pratense*; 2 — *Bidens tripartita*; 3 — *Beckmannia eruciformis*; 4 — *Poa pratensis*; 5 — *Polygonum lapathifolium*; 6 — *Bromus inermis*; 7 — *Epilobium palustre*; 8 — *Deschampsia caespitosa*; 9 — *Rumex crispus*; 10 — *Agrostis alba*; 11 — *Alopecurus geniculatus*.

ные воды, проходя по бороздкам участка, на своей поверхности переносили проростки череды (*Bidens tripartites*) с хорошо развитыми двумя листочками и корешком. В одном месте поперек водотока перекинулся стебель вейника и преградил дальнейшее продвижение проростков череды. Их в этом расширении скопилось тысяча экземпляров. Здесь они и закрепились. Пересчитать весной количество всех проростков на 1 м² не представлялось возможным, и это было сделано 15/VII-65 г.

На площадке № 2 было зарегистрировано 588 особей 11 видов.

Виды	Кол-во особей
<i>Bidens tripartites</i>	427
<i>Phleum pratense</i>	113
<i>Beckmannia eruciformis</i>	20
<i>Agrostis alba</i>	1
<i>Poa pratensis</i>	1
<i>Polygonum nodosum</i>	16
<i>Bromus inermis</i>	1
<i>Epilobium palustre</i>	1
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1 (дернина)
<i>Rumex crispus</i>	1
<i>Alopecurus geniculatus</i>	6

Если по количественному учету видов и особей на 1 м² с чередой приведенные выше сведения дают известное представление, то на предлагаемом рис. 2 те же данные характеризуют состояние растительности значительно полнее.

Судя по расположению высот и объему, т. е. количеству особей каждого вида, наиболее независимое положение среди указанных видов отмечается у череды. У нее до 40 см приходится всего 10 особей, между 50 и 70 см, т. е. в слое толщиной 20 см расположена основная масса особей — 373 и выше — 44. Первые 10 упомянутых

особей недоразвиты, менее облиственны, более нежны, но все бутонизируют. Лучше всего развиты особи череды, начиная с высоты 60 см. Здесь завязалось больше бутонов и появились цветущие экземпляры.

Такая густота особей череды не позволила на этой площадке нормально развиваться тимopheевке, коостре и другим видам.

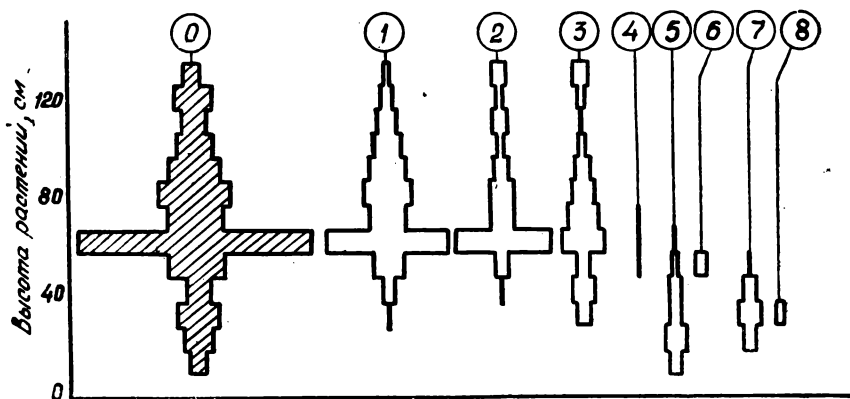


Рис. 3. Структурный анализ учетной площадки с *Phleum pratense*:
1 — *Phleum pratense*; 2 — *Bromus inermis*; 3 — *Agropyrum perenne*; 4 — *Poa pratensis*;
5 — *Epilobium palustre*; 6 — *Deschampsia caespitosa*; 7 — *Tussilago farfara*; 8 — *Rumex crispus*.

У тимopheевки по объему имеется 2 максимума — один до 40 см из особей, которые не смогли пробиться из-под полога череды, и второй из особей, которые смогли преодолеть этот полог и не испытывают ее давления. В первом случае отмечены только вегетативные побеги тимopheевки, а во втором — большинство побегов генеративные, которые сформировали соцветия и завязали семена. Угнетающее значение череды здесь явно выражено. Все остальные виды точно так же разделились как бы на 2 яруса: одни оказались под пологом череды, а другие — над ним. Ко вторым относятся бекмания, мятлик и в какой-то степени костер безостый и щучка, а в первой группе — все остальные, среди которых гречиха, кипрей и щавель явно недоразвиты.

Структурный анализ травостоя учетной площадки № 3 с тимopheевкой (рис. 3) показывает, что она, при отсутствии давления на нее со стороны фитонцидных растений, как это было показано в примере с донником белым, достигает высоты до 150 см. Основная масса особей (126) располагается в классе высот до 70 см, а 221 особь — до 150 см и только 24 особи — в классе высот ниже 70 см. Вместе с тимopheевкой отмечены многочисленные особи костра безостого, которые хорошо развиты. Основная масса побегов (108) костра безостого расположена в том же ярусе (70 см), что и у тимopheевки, а ниже этого яруса находится только 11 побегов;

все побеги выше 70 см (56) располагаются в классах высот до 150 см. Примерно так же развиты особи и пырея бескорневищного. Растения остальных видов расположены ниже яруса 70 см и заметного угнетения не испытывают.

Рассмотренный материал по учетной площадке с тимopheевкой свидетельствует о том, что злаки, в частности, тимopheевка луговая, костер безостый и пырей бескорневищный, угнетающего действия друг на друга не оказывают.

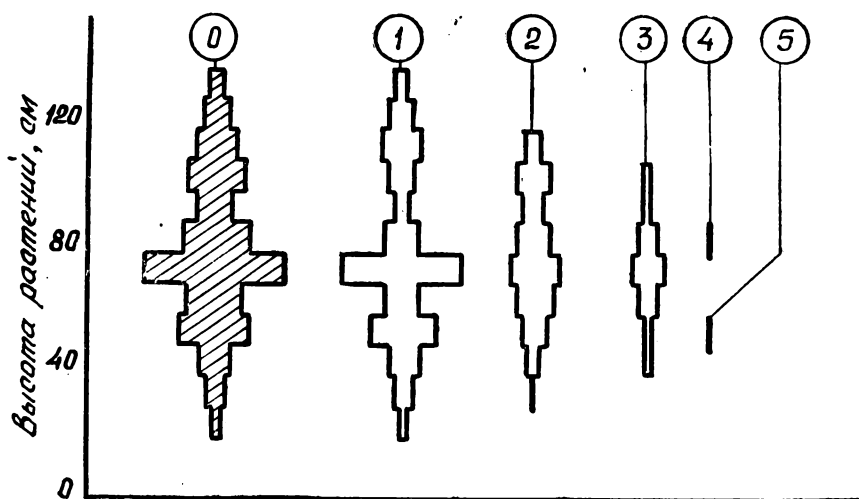


Рис. 4. Структурный анализ учетной площадки с *Bromus inermis*:
1 — *Bromus inermis*; 2 — *Agropyrum repens*; 3 — *Phleum pratense*; 4 — *Artemisia vulgaris*; 5 — *Festuca rubra*

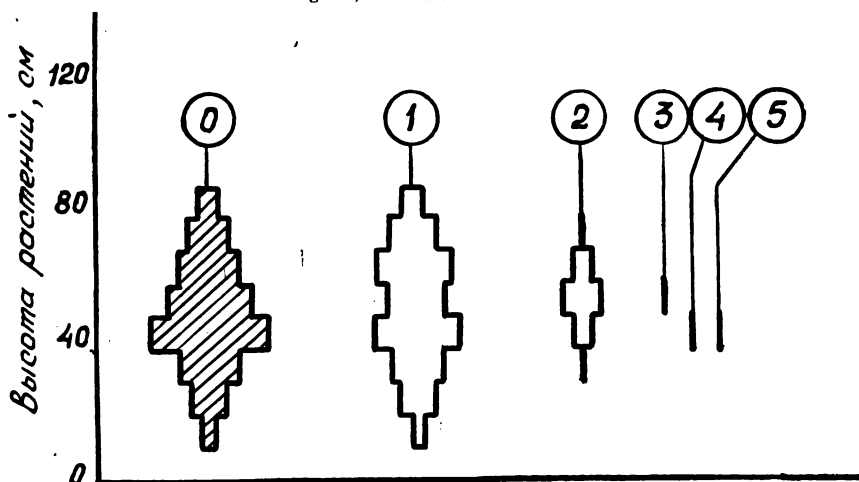


Рис. 5. Структурный анализ учетной площадки с *Medicago media*:
1 — *Medicago media*; 2 — *Festuca rubra*; 3 — *Agropyrum repens*; 4 — *Deschampsia caespitosa*; 5 — *Bromus inermis*.

Высказанное положение подтверждается на примере анализа травостоя на учетной площадке № 4 с костром безостым (рис. 4), но здесь при ином количественном соотношении злаков и при наличии в травостое пырея ползучего тимopheевка выглядит несколько хуже, и ее самые высокие экземпляры достигают только 110 см.

При анализе травостоя учетной площадки № 5 с люцерной синегибридной (рис. 5) отмечается, что из всех злаков только ов-

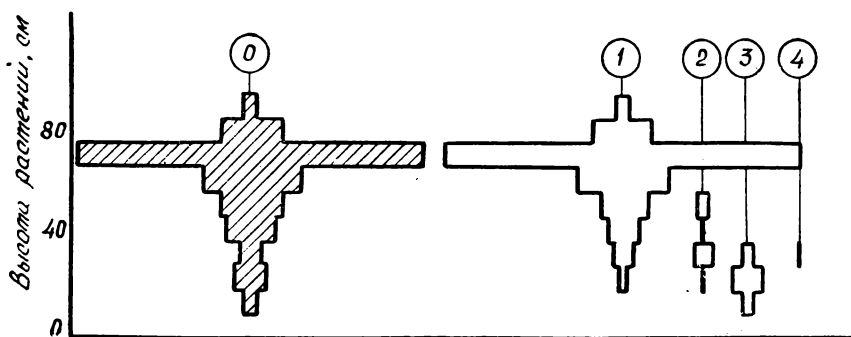


Рис. 6. Структурный анализ учетной площадки с *Agropyrum cristatum*:
1 — *Agropyrum cristatum*; 2 — *Medicago media*; 3 — *Polygonum lapathifolium*; 4 — *Salix caprea*

сяница красная развита нормально, а пырей ползучий, щучка и костер безостый явно угнетены. Наоборот, при господстве пырея гребенчатого (учетная площадка № 6, рис. 6) рост люцерны синегибридной не соответствует норме.

Из разобранных примеров структурного анализа травостоя выясняется роль отдельных ведущих растений по отношению к остальным компонентам, что хорошо иллюстрируется высотой растений, количеством особей, их обликом и фазой развития. При анализе этих показателей ясно выступает характер взаимовлияния растений друг на друга. Также рельефно выступают и внутривидовые отношения, так как и распределение по классам высот показывает, насколько неравномерно развиваются отдельные группы особей, и здесь, по нашему мнению, в первую очередь, сказывается неодновременность всходов растений, что создает ступенчатость в расположении особей данного вида в высоту. При внимательном изучении густорасположенных особей того или иного вида и отдельностоящих особей, преимущество последних перед загущенными не было обнаружено. Даже часто наоборот, отдельностоящие особи были ниже ростом, чем первые.

При знакомстве с табличными данными по остальным площадкам высказанные ранее положения остаются в силе. Так, по данным учетных площадок № 7 и № 8 при равном соотношении пырея гребенчатого и люцерны синегибридной обе эти культуры развиваются сравнительно нормально.

Особенно показательны данные по учетной площадке № 10 с господством лапчатки гусиной. Здесь угнетающее влияние лапчатки гусиной совершенно очевидно, так как ни одно из высоких растений, таких, как полынь обыкновенная, костер безостый, иван-чай, не поднимаются выше 30 см. У мать-и-мачехи листья очень маленькие — в 2—3 раза меньше нормальных. Костер безостый не дал ни одного генеративного побега.

Наряду с измерением высот растений и подсчетом количества особей каждого вида на учетной площадке для выяснения тех или иных вопросов могут быть проведены дополнительно любые другие измерения на особях избранного вида. В природных условиях все данные характеризуют истинное состояние растений и потому для практических целей они более ценны, чем данные опытов в вегетационных сосудах.

Помимо измерений, необходимых для структурного анализа на учетных площадках, были получены и другие данные. Так, на учетной площадке № 7 с пыреем гребенчатым были проанализированы все побеги по их фазам развития. Было обнаружено следующее. Среди генеративных побегов, образовавших колос и формирующих семена, оказались и такие, у которых колос еще не был выброшен. Эти нецветущие побеги (101) имели самую различную высоту, а именно: до 30 см — 2, до 40 — 8, до 50 — 17, до 60 — 32, до 70 — 22, до 80 — 13 и до 90 — 7 особей. Таким образом, даже в вопросах цветения и плодоношения одновысотные растения развиваются неодинаково.

Такого же рода неоднородность наблюдается буквально для всех сторон жизни организма и строения его органов. Так, например, были измерены 100 соцветий у пырея гребенчатого, одинакового по высоте, 5-го и 2-го года жизни (на поливе) и оказалось, что разница в длине колоса доходила до 3 см, а в количестве колосков — до 10 (от 19 до 29). У пырея гребенчатого 5-го года жизни средняя длина колоса была равна 5,7 см с 24,8 колосками, а у этого же вида, но 2-го года жизни соответственно 4,89 и 23,3.

Еще большая разница наблюдалась у колосовидной метелки тимopheевки 5-го года жизни от 5,8 см до 12,3 см, а у соцветия костра безостого от 10,9 до 19,3 см.

Возвращаясь к разобранному материалу, еще раз отмечаем, что посевы культурных растений были произведены одновременно, что выбранные площадки в отношении полива находятся в одинаковых условиях, и поэтому различия в показателях высоты и количества особей создаются исключительно в результате взаимовлияния растений друг на друга. Структурный анализ травостоя указанным способом позволяет геоботаникам в какой-то степени выявить аллелопатические влияния растений.

Предлагаемый метод структурного анализа травостоя может быть очень полезным в геоботанических исследованиях для выявления количественной и качественной оценки роли отдельных видов растений между собой, а в культурных посевах в особенности, так

как это позволит правильно подобрать компоненты для травосмеси с тем, чтобы получить наивысшую производительность.

Помимо учетных площадок изучение межвидовых отношений проводилось путем закладки колец (диаметр 20 см) в количестве 20—50—100 около определенного вида. Все попавшие в пределы кольца другие виды регистрировались, причем только в том случае, когда в кольцо заходила ось побега. Если кольцо пересекало только листья другого растения, то эти растения не принимались во внимание.

Измерения произведены около полыни горькой, гречихи птичьей и одуванчика лекарственного. Около полыни горькой из 50 измерений в 19 случаях (38%) других растений не оказалось, в 10 (20%) — отмечен одуванчик лекарственный (16 особей), в 6 (12%) — кульбаба, в 5 (10%) — полевика белая; в 4 (8%) — клевер белый, в 3 (6%) — мать-и-мачеха, лапчатка норвежская и гусиная, и одиночно (6%) отмечены 12 видов других растений, в частности, трехреберник непахучий, тысячелистник, остролепестник, осот полевой, гранатник, льнянка, клевер луговой, мятлик луговой, щучка, ясколка, манжетка, торица.

Из всех отмеченных растений около полыни только 2 вида имеют совершенно нормальный вид — это одуванчик и кульбаба, а все остальные выглядят более подавленно, чем в норме, т. е. на том же субстрате, но вне действия полыни горькой. Так, обычно у мать-и-мачехи листья имеют высоту 10—12 см, а вблизи полыни горькой не выше 7 см.

Наши наблюдения подтверждают выводы Грюммера (1957) о сильных выделениях полыни горькой, поэтому около нее другие растения не поселяются.

Совершенно иную картину представляют измерения кольцами около одуванчика лекарственного. Если около полыни горькой в пределах кольца оказывалось по 3 вида сразу только в 3 случаях, то около одуванчика в большинстве случаев — 38 раз было зарегистрировано 3 вида и 4 случая по 4 вида. Если около полыни горькой из 50 измерений отмечено 19 видов, то около одуванчика — 32 вида. Отсюда следует вывод, что полынь горькая действительно влияет на соседние растения отрицательно, в то время как одуванчик лекарственный такого влияния не оказывает. Последнее иллюстрируется также тем, что около одуванчика все растения чувствуют себя совершенно нормально.

Измерения около гречихи птичьей были проведены на узкой полосе длиной в 16 м и шириной 0,7 м. В пределах этой полосы имеются два самостоятельных пятна с клоповником мусорным, где насчитывается 33 особи последнего и затем ромашки пахучей — 22 особи. Совместно с гречихой птичьей 36 раз встречены побеги пырея ползучего, 7 раз — полевика белой, 6 — полыни горькой, 3 — трехреберника непахучего и 4 — мари белой и единично — бескильницы Гаупта, клоповника мусорного, лапчатки норвежской, кульбабы, лебеды татарской, липучки ежевидной, щучки дернис-

той. Всего 13 видов. В пределах кольца насчитывалось от 8 до 24 особей гречишки птичьей. Все растения на этой площадке выглядели угнетенными, но, вероятно, причиной этого явилось несколько большее уплотнение грунта, так как здесь раньше пролежала дорога, а не влияние гречишки птичьей.

На разобранных примерах путем закладки колец можно визуально отметить подбор пар растений и влияние наблюдаемого вида на другие растения.

Предлагаемый метод наложения колец диаметром 20 см для изучения пар растений был применен в 1966 г. и поэтому список охваченных растений невелик. В дальнейшем намечено увеличить список растений за счет наиболее часто встречающихся. Необходимо отметить, что этот метод дает хорошие результаты только для некорневищных растений. Изучение последних лучше проводить на всей площади, занимаемой побегами данного растения, путем выкапывания всей корневой системы и не менее чем в 10-кратной повторности.

Подобного рода наблюдения проведены на участке самозарастания и в опытных посевах на золоотвале Нижнетуринской ГРЭС.

На шестом году жизни были изучены корневые системы ряда растений, например тысячелистника, лапчатки гусиной, костра безостого. При откапывании корневых систем растений принималось во внимание взаимодействие их с соседними видами. Внешний облик фитоценоза, в частности, распространение растений пятнами, группами, латками становился понятным после знакомства с корневой системой. Характер корневых систем и их особенности играют чрезвычайно важную роль в понимании межвидовых отношений.

На делянках с посевом регнерии, пырея бескорневищного и греччатого и некоторых других злаков за 7 лет из корней образовалась настолько плотная дернина, что ни одного постороннего растения здесь не обнаружено.

На опытной делянке 100 м² со слоем почвы в 2 см среди посевов костра безостого были изучены корни льнянки обыкновенной, образовавшей пятно площадью 130×109 см. Помимо 298 побегов, зарегистрированных в 1964 г., хорошо сохранились сухие побеги, отмеченные в 1963 г., которых насчитывалось 51. После того, как корневая система этого пятна была выкопана, оказалось, что вся она принадлежала только одной особи. Побеги отстояли друг от друга на расстоянии 4—9 см. Корневая система льнянки как бы прошивала корневую систему костра безостого, и все побеги льнянки сформировались в междурядьях по ту и по другую сторону рядков костра безостого. Корневая система льнянки очень тонкая, с небольшими мелкими корешками. Корни ее достаточно энергично конкурируют с корнями костра безостого и за 4 года сумели развиться на площади более чем 1 м².

Аналогичная картина наблюдалась с корневой системой тысячелистника на участке самозарастания. Здесь он распространен до-

вольно крупными пятнами, одно из которых имело размеры 165×261 см. На последнем было насчитано 927 побегов. Другие пятна были меньше и соответственно имели меньше побегов. Корневые системы тысячелистника изучались на площади не более 1 м^2 и устанавливалась его связь с другими растениями. На каждой площадке отмечалось покрытие, количество особей и побегов каждого вида. Таких площадок с участием тысячелистника было заложено 10. Эти данные сведены в табл. 14.

Из таблицы видно, что на 10 площадках было зарегистрировано 24 вида растений, но только 7 из них отмечены на большинстве площадок. Очевидно, эти 7 видов могут сосуществовать с корневой системой тысячелистника или же противостоять ему. К ним относятся пырей ползучий — злостный сорняк, ежа и мятлик с хорошо развитой корневой системой, клевер ползучий и вика с независимой базой питания в виде клубеньковых бактерий и только 2 вида — гранатник и нивяник — стоят несколько особняком, но, очевидно, их корневые системы не испытывают сильного угнетения со стороны тысячелистника.

Обращает на себя внимание следующее обстоятельство. Там, где распространен тысячелистник, покрытие значительно слабее. Так, если общее среднее покрытие на участке самозарастания в 1964 г. составляло 60%, то на метровых площадках с тысячелистником оно в среднем было равно только 31%. Это говорит, как отмечает и Грюммер (1957), о том, что корневые выделения тысячелистника явно угнетают корни других растений и в его присутствии другие растения развиваются слабо. Один только клевер ползучий дает крупные пятна без всяких видимых следов угнетения.

В то же время на участке самозарастания и на опытных площадках тысячелистник чаще всего поселяется с краю или на пустующих участках.

На опытных площадках со слоем почвы 2 см с применением полиакриламида широкое распространение получили пятна лапчатки гусиной. Так же как и в случае с тысячелистником, здесь были заложены 10 учетных площадок по 1 м^2 каждая, и все данные сведены в общий список (табл. 15).

На каждой метровой площадке было зарегистрировано от 5 до 45 побегов лапчатки гусиной, причем они принадлежали одной или двум общим корневым системам. Корневые системы лапчатки гусиной оказывают более угнетающее влияние на другие растения, чем корни тысячелистника, о чем можно судить по величине покрытия и общему количеству растений.

На большинстве площадок встречается только два вида растений: тысячелистник и полынь обыкновенная. Видовая насыщенность здесь значительно меньше — всего 5,4 вида на 1 м^2 . Отсюда следует, что в присутствии лапчатки гусиной может произрастать значительно меньшее количество видов растений.

Изучение корневых систем других растений показало, что у

Встречаемость растений на метровых площадках с тысячелистником на Нижнетуриномском стационаре

Растение	Учетные площадки										Встречае- мость, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Achillea millefolium</i>	312	240	184	166	240	308	312	172	264	256	2454, 20
<i>Agropyrum cristatum</i>	—	—	—	+	+	—	+	—	—	+	50
<i>Agropyrum repens</i>	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	10
<i>Alchemilla vulgaris</i>	—	1	2	—	—	—	—	—	—	1	30
<i>Artemisia vulgaris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
<i>Bromus inermis</i>	1	4	—	3	1	—	—	—	—	3	50
<i>Dactylis glomerata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	10
<i>Deschampsia caespitosa</i>	—	—	—	—	—	—	3	—	12	—	80
<i>Leucanthemum vulgare</i>	20	7	4	2	18	3	3	4	2	1	60
<i>Libanotis intermedia</i>	8	—	—	—	—	—	—	3	—	—	10
<i>Polemonium coeruleum</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	+	+	90
<i>Poa pratensis</i>	+	+	+	—	+	+	+	+	1	—	10
<i>Plantago major</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	10
<i>Potentilla norvegica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	10
<i>Ranunculus acer</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	10
<i>Roegneria fibrosa</i>	1	—	—	—	—	4	5	8	—	—	40
<i>Rubus idaeus</i>	8	1	—	—	1	—	—	—	—	—	30
<i>Sonchus arvensis</i>	1	7	—	—	—	4	—	21	—	—	40
<i>Taraxacum officinale</i>	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	10
<i>Trifolium pratense</i>	—	—	+	+	—	+	—	+	—	—	30
<i>Trifolium repens</i>	+	+	6	1	—	—	—	+	—	—	60
<i>Veronica chamaedrys</i>	—	—	7	—	—	5	33	—	13	13	20
<i>Vicia cracca</i>	34	6	—	—	9	—	2	—	—	—	80
<i>Viola canina</i>	—	—	—	—	3	—	—	—	+	—	20
<i>Mox</i>	+	—	+	—	+	+	+	+	+	+	80
Покрытие, %	20	25	30	40	30	20	40	15	40	45	—

Примечание. Цифрами в таблице отмечено количество особей растений на 1 м².

Знаком + отмечено присутствие данного вида на учетной площадке без подсчета побегов и особей.

Встречаемость растений на метровых площадках с лапчаткой гусиной на Нижнетуринском стационаре

Растение	Учетные площадки										Встречае- мость, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Achillea millefolium</i>	11	15	4	10	—	—	—	15	—	—	50
<i>Agrostis alba</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	10
<i>Alchimilla vulgaris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
<i>Artemisia vulgaris</i>	—	1	1	15	1	3	2	—	4	—	70
<i>Bromus inermis</i>	+	—	—	5	+	—	—	+	—	—	40
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
<i>Dactylis glomerata</i>	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	10
<i>Chrisanthemum leucanthemum</i>	—	—	—	4	—	—	—	1	—	—	20
<i>Matricaria matricarioides</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	10
<i>Medicago media</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	10
<i>Phleum pratense</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	20
<i>Potentilla anserina</i>	5	9	10	30	6	19	22	37	45	23	100
<i>Potentilla canescens</i>	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	10
<i>Ranunculus acer</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
<i>Roegneria fibrosa</i>	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	10
<i>Rubus idaeus</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	20
<i>Taraxacum officinale</i>	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	30
<i>Trifolium pratense</i>	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—	40
<i>Trifolium repens</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10
<i>Vicia cracca</i>	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—
Всего видов	5	4	5	6	5	7	4	7	8	3	5
Покрывтие, %	50	5	10	10	25	10	10	50	60	20	—

Примечание. Цифрами в таблице указано количество особей растений на 1 м². Знаком + отмечено присутствие данного вида на учетной площадке без подсчета побегов и особей.

ясколки очень тонкая компактная ажурная корневая система, расположенная где-либо на незанятых участках. У фиалки зона расположения корней достигает 30—40 см в диаметре, у синюхи — 50—60 см. У корневищных, таких, как вика (мышинный горошек), корневище тонкое, шнуrowидное, слабо разветвленное, на котором побеги сидят через 30—40 см. У клевера белого, наоборот, корневая система сильно разветвлена. У двух последних видов на корнях много клубеньков.

В целом можно говорить о том, что видимая надземная часть растений и создаваемое ею покрытие не позволяют получить правильное представление о действительной насыщенности той или иной территории без изучения корневых систем. Не один раз оголенное сверху пятно в почве оказывалось насыщенным корнями различных растений.

В практической работе перед нами производственные организации ставили условие — добиться задержания золоотвалов с тем, чтобы прекратить их пыление. Судить о задержании только по сомкнутости надземного покрова оказалось невозможным. Необходимо знакомство с корневой системой растений. И только после этого можно было с уверенностью сказать, что начиная с третьего года жизни многолетние злаковые и бобовые растения способны закрепить поверхностные слои золоотвала. На участках золоотвала с поливом канализационными водами такое явление наступает на второй год.

О том, как могут с течением времени изменяться сформировавшиеся злаковые и бобовые травостой, говорят 7-летние наблюдения за опытными посевами 1959 г. Были заложены 14 опытных площадок с чистыми культурами с двойной нормой высева семян, 14 опытных площадок, с четверной нормой высева семян и 8 площадок с травосмесями из злаковых и бобовых в различных сочетаниях. Размер каждой площадки равен 6 м².

За 7 лет различия в площадках с двойной и четверной нормами высева сгладились настолько, что только журнальные записи свидетельствовали о некоторых расхождениях между ними в течение первых 2—3 лет. На площади с довольно плотным и искусственно сформированным растительным покровом из одного вида начали внедряться многие растения, которые затем упорно держались из года в год. Всего зарегистрировано 49 видов, из которых на 30 и более площадках встречается 5, на 20—29—1, на 10—19 площадках — 12 видов. Остальные (31 вид) встречены менее чем на 9 площадках, из них 10 видов только на одной площадке.

Большинство растений помещается не в середине опытных площадок, а по краям их, в особенности это относится к площадкам со злаками. В посевах бобовых растения внедряются по всей площади.

Число «внедренцев» можно рассматривать по годам, по культурам, по встречаемости. Списки встреченных растений за каждый год, по каждой культуре и по нормам высева из-за громоздкости

**Встречаемость растений, внедрившихся на опытных площадках
культурных посевов Нижнетуринского стационара, %**

Виды растений	Годы				
	1959	1960	1961	1962	1963
<i>Achillea millefolium</i>	14	27	32	11	12
<i>Agropyrum cristatum</i>	—	—	5	9	14
<i>Agropyrum repens</i>	7	9	12	12	14
<i>Agropyrum tenerum</i>	—	—	1	12	16
<i>Agrostis alba</i>	—	1	1	22	26
<i>Alchimilla vulgaris</i>	3	7	14	15	16
<i>Arctium lappa</i>	2	1	—	—	—
<i>Arrhenatherum elatius</i>	—	—	—	6	15
<i>Artemisia Sieversiana</i>	2	16	3	2	3
<i>Artemisia vulgaris</i>	4	10	9	18	19
<i>Barbarea vulgaris</i>	17	12	—	12	—
<i>Bromus inermis</i>	1	3	8	12	17
<i>Calamagrostis epigeios</i>	—	1	1	1	1
<i>Capsella bursa pastoris</i>	12	10	—	—	—
<i>Cerastium arvense</i>	3	12	10	9	6
<i>Chamaenerium angustifolium</i>	18	7	—	—	—
<i>Chenopodium album</i>	36	26	2	1	0
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	12	27	36	34	35
<i>Cirsium arvense</i>	—	1	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i>	—	—	5	6	10
<i>Deschampsia caespitosa</i>	—	—	2	2	2
<i>Echium vulgare</i>	—	—	—	—	1
<i>Festuca ovina</i>	—	—	5	1	1
<i>Festuca pratensis</i>	—	—	11	4	6
<i>Festuca rubra</i>	—	—	—	3	4
<i>Filipendula ulmaria</i>	—	—	1	0	—
<i>Fragaria vesca</i>	2	1	1	—	—
<i>Galeopsis ladanum</i>	16	3	—	—	—
<i>Galium aparine</i>	—	—	1	2	2
<i>Galium boreale</i>	—	2	6	2	3
<i>Juniperus communis</i>	—	—	1	1	1
<i>Lappula echinata</i>	26	17	12	10	10
<i>Lathyrus pratensis</i>	—	2	1	—	—
<i>Leontodon autumnalis</i>	—	—	—	3	5
<i>Lepidium ruderales</i>	32	19	—	—	—
<i>Leucanthemum vulgare</i>	12	27	36	34	35
<i>Libanotis intermedia</i>	—	3	18	14	16
<i>Linaria vulgaris</i>	6	12	22	25	28
<i>Matricaria matricarioides</i>	7	2	—	—	—
<i>Medicago media</i>	—	—	2	10	13
<i>Melandrium alba</i>	—	6	11	7	9
<i>Melilotus albus</i>	—	—	—	19	21
<i>Melilotus officinalis</i>	—	—	—	1	6
<i>Mulgedium tataricum</i>	—	1	2	1	3
<i>Phleum pratense</i>	—	—	1	30	31
<i>Plantago major</i>	13	21	18	10	9
<i>Poa pratensis</i>	—	—	—	21	25
<i>Polygonum aviculare</i>	33	12	—	—	—
<i>Polygonum bistorta</i>	—	12	2	2	2

Виды растений	Годы				
	1959	1960	1961	1962	1963
<i>Polygonum convolvulus</i>	11	8	—	—	—
<i>Polygonum nodosum</i>	15	9	4	0	—
<i>Potentilla anserina</i>	21	18	17	15	14
<i>Potentilla canescens</i>	1	3	8	16	14
<i>Potentilla norvegica</i>	2	11	17	7	10
<i>Ranunculus acer</i>	12	8	4	8	10
<i>Roegneria fibrosa</i>	—	—	—	8	18
<i>Rosa canina</i>	—	—	2	2	3
<i>Rubus idaeus</i>	—	1	8	8	8
<i>Rumex acetosella</i>	29	17	11	1	—
<i>Rumex crispus</i>	—	2	3	1	1
<i>Rumex confertus</i>	—	1	—	1	1
<i>Salix</i> sp.	—	—	—	—	—
<i>Senecio vulgaris</i>	—	2	—	3	4
<i>Silene latifolia</i>	—	7	11	17	16
<i>Sonchus arvensis</i>	3	2	3	1	2
<i>Stellaria graminea</i>	2	8	7	13	15
<i>Taraxacum officinale</i>	3	10	6	7	9
<i>Trifolium montanum</i>	—	1	3	2	2
<i>Trifolium pratense</i>	3	13	30	35	35
<i>Trifolium repens</i>	1	15	34	30	32
<i>Tussilago farfara</i>	2	6	—	1	1
<i>Urtica dioica</i>	4	4	1	0	—
<i>Vicia cracca</i>	1	3	11	19	20
<i>Viola canina</i>	1	4	2	0	3
Всего видов	37	52	51	55	53

не приводятся, а дается сводный список растений по годам с указанием против каждого растения количества площадок, на которых оно зарегистрировано (табл. 16).

Если судить о количестве видов на опытных площадках за каждый год, то можно отметить увеличение флористического списка от 37 до 55 видов. На самом деле, происходит сложная перестройка внедряющихся видов — смена одних другими, что по итоговому цифрам трудно заметить. В первые 2—4 года ряд видов (13) такие, как марь белая, клоповник, сурепка, иван-чай, лопух, пастушья сумка, спорыш и др., исчезают из травостоя. Значение других 8 видов за 5 лет постепенно падает. Начиная с 3—4-го года характерно резкое увеличение на площадках участия злаковых (12 видов) и бобовых (6 видов), причем, не только тех, которые высеяны на опытных площадках, но и тех, которые не высевались (овсяница красная, вика, клевер горный, донник желтый).

В связи с наличием примерно сходного видового состава растений на опытных участках и участках самозарастания и почти одинаковой картины смены одних видов другими, можно уверенно

говорить о том, что все чистые посевы с годами превращаются в природные травосмеси сложного состава, в которых преобладают наиболее ценные в хозяйственном отношении растения.

При этом дополнительно можно разобрать вопрос относительно сопротивляемости культур многолетних растений внедрению новых растений, если рассматривать его с точки зрения аллелопатии или же обогащения субстрата азотом. В приводимом списке на июль 1963 г. показано также значение разных норм высева (табл. 17).

Таблица 17

Сопротивляемость культивируемых многолетних растений к внедрению новых растений на опытных площадках Нижнетуринского стационара за 5 лет

Культура	Количество видов на площадке	
	при двойной норме высева	при четверной норме высева
Райграс	14	12
Полевница белая	10	7
Житняк ширококолый	8	9
Тимофеевка луговая	12	7
Костер безостый	11	9
Овес посевной	14	—
Пырей бескорневищный	8	12
Регнерия волокнистая	13	13
Люцерна желтая	9	17
Люцерна синегрибная	13	13
Люпин многолетний	18	14
Донник люцерновидный	15	15
Клевер красный	14	15
Люцерна синегрибная + костер + овсяница луговая	9	9
Клевер + тимфеевка + пырей бескорневищный	10	10
Клевер + овес	9	7
Костер + люцерна желтая	14	11
Вика + овес	21	—

Как можно заметить, среди бобовых подселяется несколько больше новых растений, чем среди злаковых, за исключением райграса и овса посевного. Количество вселившихся на опытные площадки растений несколько больше при двойной норме, чем при четверной, но у ряда культур оно или равно или даже больше при повышенной норме высева. Как при двойной, так и при четверной норме, количество «внедренцев» в среднем равно 11 видам.

В заключение по данному списку очень важно отметить то, что, начиная с 3—4 года, растения с опытных площадок широко распространяются как по опытным площадкам, так и на участке самозарастания, отстоящем на расстоянии 50—100 м от них. Из этого следует практически важный вывод: при сплошном покрытии золоотвала слоем почвы нет необходимости засеивать его

целиком семенами многолетних растений. Вполне достаточно засеять чередующиеся полосы из чистых культур злаков и бобовых, между ними нужно оставлять незасеянные полосы, которые, начиная с третьего года, будут заселяться злаковыми и бобовыми с близлежащих посевов. Это удешевит стоимость работ как с точки зрения расхода семян, так и в отношении сокращения объема посевных работ.

На опытных площадках (100 м²) с почвенным покрытием, заложенных в 1961 г., по отдельным культурам из числа новых растений обнаружены:

<i>Alopecurus fulvus</i>	<i>Anthemis tinctoria</i>
<i>Berteroa incana</i>	<i>Cannabis sativa</i>
<i>Centaurea cyanus</i>	<i>Delphinium consolida</i>
<i>Descurainia Sophia</i>	<i>Lathyrus pratensis</i>
<i>Matricaria matricarioides</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Populus tremula</i>	<i>Rhaphanus raphanistrum</i>
<i>Rhinanthus crista gali</i>	<i>Salsola Paulsenii</i>
<i>Scutellaria galericulata</i>	<i>Secale cereale</i>
	<i>Tripleurospermum inodora</i>

На опытных площадках с почвой и полиакриламидом по отдельным культурам количество внедрившихся новых видов незначительно — от 2 до 9. Среди 21 вида, зарегистрированных здесь, нет ни одного нового по сравнению с ранее отмеченными.

Приводятся данные о «внедренцах» в посевы цветочных растений первого года жизни на опытной площадке 100 м². Цветочные культуры достигли высоты: космея — 60 см, ленок — 25 см, люпин однолетний — 20 см, горошек душистый — 60 см, мак — 20 см, ноготки — 14 см, астра — 10 см. Здесь отмечены заросли из следующих растений:

Растение	Высота, см	Обилие
<i>Achillea millefolium</i>	19	sp. — sol
<i>Artemisia vulgaris</i>	50	sol. — sp.
<i>Atriplex tatarica</i>	12	sol.
<i>Capsella bursa pastoris</i>	19	sp.
<i>Centaurea cyanus</i>	20	sol.
<i>Cerastium arvense</i>	12	sol.
<i>Chenopodium album</i>	70	cop. 2
<i>Galeopsis tetrachit</i>	18	sol.
<i>Festuca rubra</i>	10	sol.
<i>Lappa arctium</i>	11	sol.
<i>Lappula echinata</i>	30	sp. — cop.
<i>Linaria vulgaris</i>	6	sp.
<i>Melandrium album</i>	16	sol.
<i>Mulgedium tataricum</i>	11	sol.
<i>Polygonum aviculare</i>	6	sp.
<i>Polygonum convolvulus</i>	27	sp.
<i>Polygonum nodosum</i>	20	sol. — sp.
<i>Trifolium repens</i>	9	sol.
<i>Silene latifolia</i>	40	sol.

Список растений, внедрившихся в опытные посевы 1960 г.
(вариант зола + NPK) на золоотвале Нижнетуринской ГРЭС
(Данные на 31/VIII 1963 г.)

Виды растений	Культуры							
	Trifolium pratense	Festuca pratense	Onobrychis Agropyrum	Festuca rubra	Medicago media	Bromus inermis	Melilotus officinalis (1963)	Melilotus albus (1961)
Agropyrum cristatum	—	—	+	—	+	—	—	—
Agropyrum pectiniforme	—	—	—	—	—	—	+	—
Anthemis tinctoria	—	—	—	—	—	+	—	—
Artemisia campestris	—	—	+	—	—	—	—	—
Artemisia Sieversiana	—	—	+	—	—	—	—	+
Artemisia vulgaris	+	+	—	+	—	+	+	+
Atriplex tatarica	—	—	—	—	+	—	—	—
Barbarea vulgaris	—	—	—	—	+	+	+	—
Berteroa incana	—	—	—	—	+	—	—	—
Bromus inermis	—	—	—	—	—	+	+	—
Chamaenerium angustifolium	+	+	+	+	+	+	+	—
Chenopodium album	+	—	+	—	+	+	+	+
Dactylis glomerata	—	—	—	—	—	—	+	—
Descurainia Sophia	—	—	—	—	—	—	—	+
Festuca pratensis	+	+	—	—	—	—	+	—
Lappula echinata	+	—	—	+	—	—	+	+
Leontodon autumnalis	+	—	—	—	—	—	—	+
Leucanthemum vulgare	—	—	—	—	—	—	—	+
Linaria vulgaris	+	—	—	+	+	—	+	—
Medicago media	—	—	+	—	+	+	—	—
Melandrium album	—	+	—	—	—	+	—	+
Melilotus albus	—	—	+	—	—	—	—	+
Melilotus officinalis	+	—	+	+	+	+	+	+
Odontites serotina	—	—	—	—	+	—	+	—
Onobrychis arenaria	—	+	+	—	—	+	—	—
Phleum pratense	+	+	—	—	—	+	—	—
Poa pratensis	—	—	—	—	—	—	+	—
Polygonum aviculare	+	—	+	—	—	—	—	—
Puccinellia Hauptiana	+	—	—	—	—	—	—	+
Rumex crispus	—	—	—	—	—	—	—	+
Salix sp.	+	+	—	—	+	+	—	—
Secale cereale	—	—	—	—	—	—	—	+
Silene latifolia	+	+	—	+	—	+	+	+
Silene multiflora	—	—	—	—	—	—	—	+
Sinapis arvensis	—	—	—	—	+	—	—	—
Sisymbrium Loeselii	+	+	+	+	+	—	—	+
Tripleurospermum inodorum	—	—	—	—	—	—	—	+
Trifolium pratense	+	—	—	—	—	—	—	—
Tussilago farfara	+	+	—	—	+	—	—	—
Всего видов	16	10	11	7	14	14	15	15

Как видим, и на этом участке повторяется тот же состав, что и на других площадках и культурах.

На опытных площадках без покрытия золы слоем почвы в 2 см, но с внесением минерального удобрения, и на чистой золе список видов «внедренцев» значительно сокращается. Так, на золе с внесением минерального удобрения он содержит 39, а на чистой золе — только 7 видов.

На опытных площадках с НРК, помимо основных культур, внедрился ряд новых растений (табл. 18). Из 39 указанных видов 15 встречаются только на одной какой-либо площадке, 8 — на двух площадках, 6 — на трех, 4 — на четырех, 5 — на шести и только 1 вид на всех семи площадках.

Отмечается различная степень проникновения новых растений на опытные площадки под многолетними растениями: среди злаковых культур количество видов колеблется от 7 до 13, а среди бобовых — от 10 до 16. При этом интересно указать состояние культур. Хотя клевер луговой весь выпал, но здесь было зарегистрировано наибольшее количество внедрившихся видов. Овсяница красная дала густые пятна с длиной листьев до 40 см. Здесь отмечено наименьшее количество внедрившихся растений — всего 7.

В посевах костра безостого наблюдается массовое покраснение листьев, вегетативные побеги достигают 23 см, а редкие генеративные — 53—77 см. В посевах костра зарегистрировано наибольшее для злаковых количество вселившихся видов — 14.

Наиболее густые посевы люцерны синегибридной достигают высоты 70 см. Под покровом люцерны хорошо развиты 14 видов «внедренцев», несмотря на некоторое затенение.

В разреженных посевах донника белого имеется много молодого подроста. В массе высота донника доходит до 26 см, но отдельные экземпляры достигают 105 см. В посевах донника белого обнаружено 15 видов «внедренцев». Такое же количество видов внедрилось и в посевы донника желтого.

Среди посевов 1959 г. на чистой золе появились немногие крайне редкие растения:

Растение	Высота, см
Тысячелистник	4—10
Полынь обыкновенная	8—40
Липучка ежевидная	до 10
Донник белый	до 80

За 5 лет, начиная с 1961 г., здесь добавилась только *Silene latifolia*, которая достигала высоты 50 см.

В 1961 г. посев на чистой золе был произведен на площадках размером не 6 м², как это было в 1959 г., а 100 м² (для каждой культуры). За три года здесь было зарегистрировано также небольшое количество растений.

Растение	Высота, см
Рожь	до 40
Липучка ежевидная	до 10
Смолевка широколистная	до 40
Марь белая	до 3—5
Донник белый	до 40

На всех площадках встречены пырей и липучка, на двух площадках 4 общих вида и 4 вида единично.

Приведенные сведения не исчерпывают поставленной задачи — охарактеризовать крайне сложные ценоотические отношения растений на необычных субстратах промышленных отвалов. Для этого требуются многие годы. Тем не менее, некоторые выводы о внутривидовых и межвидовых отношениях могут быть сделаны.

На свободных территориях, таких, как промышленные отвалы, все попадающие сюда растения оказываются в крайних условиях существования, и здесь поселяются немногие растения с минимальными требованиями к условиям существования. Поэтому список поселившихся растений будет весьма ограничен, и в условиях отсутствия конкуренции со стороны других организмов можно широко проследить специфические свойства растений и действие естественного отбора разных степеней (по Ревердатто), оставляющего только те растения, которые способны перенести неблагоприятные условия (недостаток питательных веществ, влажности, засыпания растений частицами субстрата и др.).

Появление и дальнейшая судьба растений на промышленном отвале начинается с момента поступления на его поверхность семян (диаспор), из которых немногие задерживаются в микрорепониях, а также около различных препятствий и успевают в короткие сроки прорасти, дать всходы и закрепиться. Благодаря квантированному заносу семян, их разнокачественности, разновременному появлению всходов особи внутри вида неравнозначны, что обусловлено чисто внешними и частично внутренними причинами, а не действием внутривидовых отношений, т. е. «внутривидовой борьбы». Даже наоборот, несмотря на недостаток питательных веществ и крайне тяжелые условия существования, часто наиболее загущенные естественные популяции и посевы дают лучшие результаты по количеству сохранившихся особей и их облику. Это последнее зависит от того, что здесь больше осаждаются почвенных частиц, обогащающих субстрат, лучше сохраняется влажность, так как субстрат меньше прогревается, т. е. здесь создается благоприятная биосреда, в условиях которой растения чувствуют себя лучше и успешнее переносят многочисленные невзгоды.

Как правило, многие растения на специфических субстратах дают исключительно устойчивые, большой плотности одновидовые популяции, которые держатся на одном и том же месте много лет подряд (бескильницы Гаупта и расставленная, пырей ползучий,

вейник наземный, мать-и-мачеха, триостренник, хвощи, донник белый, шведа двухрожковая и др.).

В зависимости от основного компонента, под его защитой или наряду с ним, подбираются некоторые новые виды растений, причем доступность для тех или иных растений во многом зависит от аллелопатического потенциала, создаваемого основным растением: его корневых выделений (тысячелистник, лапчатка гусиная и др.), выделений листьев (полынь горькая, донники) и др. От этого зависит процент покрытия, обилие, внешний облик растений и списочный состав растений, могущих существовать с этим основным компонентом.

В одновидовых посевах многолетних растений прослежена сопротивляемость этих растений к внедрению новых видов на занятую ими площадь. Она различна для разных видов.

По мере ухудшения субстрата в различных вариантах опыта список поселяющихся видов становится ограниченнее, беднее.

Изучение ценоотических отношений на специфических субстратах с применением различных методов учета и анализа дает богатый и интересный материал к познанию сущности очень сложной картины внутривидовых и межвидовых отношений.

ВЫВОДЫ

Заселение свободной территории промышленных отвалов растительностью начинается с заноса сюда диаспор различных видов из состава местной флоры. Поступление семян на поверхность отвала носит квантированный характер, что при отсутствии конкуренции в крайне разреженных группировках приводит к появлению одновременных всходов и в последующем неравноценных особей.

При изучении судьбы всходов вблизи материнского растения как в загущенных, так и в разреженных группах особей установлена гибель растений, имеющих более короткую корневую систему, в связи с пересыханием поверхностных слоев субстрата. Причем это в одинаковой степени проявляется в обеих группах растений.

У ряда видов растений всходы появляются на протяжении всего вегетационного периода. Этим обеспечивается преимущество данных видов перед другими.

В простых и сложных группировках многое в распределении и преимуществах того или иного вида зависит от распространения корневых систем, причем выявлено отрицательное действие корневых систем тысячелистника и лапчатки гусиной, особенно последней, на другие растения, что явно отражается на степени покрытия. Аллелопатический эффект некоторых видов растений определен методом наложения колец (диаметр 20 см). На примере полыни горькой оказалось, что в половине случаев на площади кольца другие растения отсутствуют, а на большинстве площадок отмечены одуванчик и кульбаба.

В зависимости от биологических особенностей основной культуры на протяжении ряда лет в одновидовые опытные посевы проникает неодинаковое количество других видов. Установлена различная степень сопротивления видов к внедренцам. Лучше всего она выражена у регнерии и овсяницы красной и менее всего отмечена для люцерны синегибридной и костра безостого.

При структурном анализе микроассоциаций установлены различия у особей одного и того же вида по высоте, размерам соцветий и другим показателям, что объясняется разновременностью всходов, отрицательным действием соседних растений другого вида и частично взаимоугнетением. При этом же анализе резко выражены межвидовые отношения, которые подразделяются на отрицательные, безразличные и положительные.

ЛИТЕРАТУРА

- Энгельс Ф., 1952. Диалектика природы. М., Партиздат.
- Альбицкая М. А., 1965. Засоренность почвы белоакциевых и дубовых искусственных насаждений зоны обыкновенного чернозема УССР (Комиссаровский лес).— Бот. журн., т. 50, № 8.
- Альбицкая М. А. и Мороз О. Б., 1965. О видовом составе и количестве семян в почве искусственных ясеневых насаждений на Днепропетровщине.— Бот. журн., т. 50, № 6.
- Байтулин И. О., 1965. Корневые системы некоторых доминантов пустынных группировок Эмбенского плато.— Бот. журн., т. 50, № 8.
- Библь Р., 1965. Цитологические основы экологии растений. М., «Мир».
- Буш Е. А., 1959. Ритм прорастания некоторых злаковых в окрестностях Югоселинского горно-лугового стационара.— Бот. журн., т. 44, № 8.
- Вареник И. П., 1960. О прорастании семян *Veratrum Lobelianum* Bernh.— Бот. журн., т. 45, № 9.
- Васильев В. Н., 1963. Популяции и их роль в жизни вида.— Бот. журн., т. 48, № 3.
- Гогина Е. Е., 1960. Семенная продуктивность некоторых эдификаторов высокогорных лугов юга Осетии.— Бот. журн., т. 45, № 9.
- Гордиенко И. И., 1959. Растительные сукцессии на Олешских песках в процессе их естественного зарастания.— Бот. журн., т. 44, № 9.
- Гордиенко И. И., 1964. К вопросу о естественном зарастании и закреплении голых песков.— Бот. журн., т. 49, № 12.
- Гродзинский А. М., 1965. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, «Наукова Думка».
- Грушвицкий И. В., Агнаева Е. Я., Кузина Е. Ф., 1963. О разнокачественности зрелых семян моркови по величине зародыша.— Бот. журн., т. 48, № 10.
- Грюммер Г., 1957. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия. М., ИЛ.
- Дарвин Ч., 1939. Сочинения, т. 3. М.—Л, АН СССР.
- Денисова Г. А., 1960. Некоторые вопросы биологии прорастания семян *Carapodium platycarpum* (Boiss. et Hausskn.) Schischk. и *Echinophora trichophylla* Smitt.— Бот. журн., т. 45, № 2.
- Джалилова А. О., 1964. Запас жизнеспособных семян в почве мелкозлаково-разнотравного луга при различных мерах воздействия.— Бот. журн., т. 49, № 11.
- Егорова В. Н., 1964. О семенном размножении чины луговой и мышиного горошка.— Бот. журн., т. 49, № 7.
- Зазулин Г. М., 1959. Подземные части основных видов травянистых растений и ассоциаций плакоров Средне-Русской лесостепи в связи с вопросами.

формирования растительного покрова.— Тр. Центр. Чернозем. гос. заповедника им. проф. В. В. Алексина, вып. 5. Курск (314).

Иванов В. П., 1962. Взаимовлияние кукурузы и кормовых бобов через корневые системы при их совместном посеве.— «Физиология растений», т. 9, № 2.

Иванов В. П., 1963. Возможно ли самоотравление растений корневыми выделениями? — ДАН СССР, т. 149, № 6.

Иванов В. П., 1965. Теоретические основы и практическое значение аллелопатии для растениеводства. Тезисы докл. 1-го Всесоюзн. симп. по физиолого-биохим. основам формирования растительных сообществ (фитоценозов). М., «Наука».

Игнатьева И. П., 1965. О жизненном цикле стержнекорневых и кисте-корневых травянистых поликарпиков.— Бот. журн., т. 57, № 7.

Колпиков О. М., 1950. К вопросу об урожае и качестве семян лиственницы Линдуловской дачи.— Бот. журн., т. 45, № 5.

Котт С. А., 1963. Биология сурепицы обыкновенной.— Бот. журн., т. 48, № 11.

Красильников Н. А., 1958. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М., АН СССР.

Купревич В. Ф., 1964. Внемклеточные ферменты корней высших автотрофных растений.— ДАН СССР, т. 68, № 5.

Маркова С. А. и Марков М. В., 1961. Опыт изучения взаимоотношений некоторых луговых злаков со щавелем конским.— Бот. журн., т. 46, № 1. Механизмы биологической конкуренции, 1964. М., «Мир».

Мирошниченко Е. Я., 1961. Биологические особенности сорных растений овощных культур в Крыму.— Бот. журн., т. 46, № 1.

Николаева М. Г., Юдин В. Г., Инге-Вечтомова Н. Н. и Царькова В. А., 1964. О природе вторичного покоя семян древесных растений.— Бот. журн., т. 49, № 12.

Подопригора В. С., 1960. Жизнеспособность семян поздних яровых сорняков в почве степи УССР.— Бот. журн., т. 45, № 2.

Рубцов В. Г., 1960. Факторы среды, влияющие на прорастание семян сосны и развитие всходов в сосняках сфагновых в связи с осушением.— Бот. журн., т. 45, № 6.

Сайтбурханов Ш. Р., 1962. Мокрица *Stellaria media* (L.) Cyr.) в зоне лесотундры и меры борьбы с ней.— Бот. журн., т. 47, № 2.

Санадзе Г. А., 1961. Выделение растениями летучих органических веществ. Тбилиси, АН Груз. ССР. Сорные растения СССР, 1934—1936. тт. 1—4. Л., АН СССР.

Стещенко А. П., 1963. Биология свежесобранных семян у растений высокогорий Памира.— Бот. журн., т. 48, № 7.

Тарчевский В. В., 1959. Основные направления и задачи изучения растительности в районах расположения промышленных предприятий.— Ученые записки УрГУ, вып. 32, Свердловск.

Тарчевский В. В., 1962а. Условия специфической среды — главный регулятор внутривидовых и межвидовых отношений.— В сб.: Проблемы внутривидовых отношений организмов, Томск.

Тарчевский В. В., 1962б. О внутривидовых отношениях *Atropis* на зооотвалах электростанций.— В сб.: Проблема внутривидовых отношений организмов, Томск.

Тарчевский В. В., 1962в. Создание искусственного растительного покрова на зооотвалах и других отходах промышленности. (Тезисы докладов научной конференции по вопросам экспериментальной геоботаники), Казанский университет.

Тарчевский В. В., Беспрозвана С. Я., Власова Г. М., Хамидулина М. В., Шубин Ф. М., 1962 г. Опыт закрытия растительностью шлаконаливных полей (зооотвалов) тепловых электростанций Урала. ВДНХ—УрГУ. Свердловск.

Тарчевский В. В., Шубин Ф. М., 1962д. Опыты по закрытию растительностью зооотвалов электростанций.— «Записки Свердловского отделения ВБО», вып. 2. Свердловск.

Тарчевский В. В. (Tarczewski), 1965. Binding and conservation of fine-dust industrial dumps. Katowice.

Тарчевский В. В., 1966а. Формирование первичного фитоценоза на каменноугольной золе, покрытой слоем почвы.— В сб.: Охрана природы на Урале, вып. VI. Свердловск, УФАН СССР.

Токин Б. П., 1960. Губители микробов — фитонциды. М., «Сов. Россия».

Трофимов Т. Т., 1963. О типах прорастания семян некоторых многолетних. — Бот. журн., т. 48, № 11.

Часовенная А. А., 1961. К вопросу о механизме химического взаимодействия растений.— Вестн. Ленингр. ун-та, № 3.

Чернобривенко С. И., 1956. Биологическая роль растительных выделений и межвидовые отношения в смешанных посевах. М., «Сов. наука».

Чижикова В. А., 1961. Семенное возобновление щучки в сообществах с ее преобладанием.— Бот. журн., т. 46, № 7.

Якшина А. М., 1962. Семенное возобновление в лесных культурах Урдинского лесхоза Западно-Казахстанской области.— Бот. журн., т. 47, № 1.
